Aus der Kinderklinik der Universität Tübingen
Direktor: Prof. Dr. J. R. Bierich

POLYGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN ZUR ENTWICKLUNG DES WACH-SCHLAFVERHALTENS FRÜHGEBORENER

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

dem Fachbereich Klinische Medizin
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Hanna Lübeck geb. Thiele
aus Zeitz

1978

Aus der Kinderklinik der Universität Tübingen
Direktor: Prof. Dr. J. R. Bierich

POLYGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN ZUR ENTWICKLUNG DES WACH-SCHLAFVERHALTENS FRÜHGEBORENER

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

dem Fachbereich Klinische Medizin
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Hanna Lübeck geb. Thiele
aus Zeitz

1978

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Dekan: Prof. Dr. H.-E. Hoffmeister
Berichterstatter: Prof. Dr. R. Michaelis

Inhaltsverzeichnis: Seite

I	Einleitung	1
II	Problemstellung	3
III	Methodik	4
3.1	Untersuchungstechnik und Ableitebedingungen	4
3.2	Auswertungsmethode	4
3.3	Beschreibung der untersuchten Frühgeborenen	7
IV	Ergebnisse	18
A	Quantitative Verteilung der Verhaltenszustände	18
4.1	Prozentuale Häufigkeitsverteilung der Zustände	18
4.2	Durchschnittliche Dauer der Zustände	19
4.3	Zustandswechsel	2o
4.4	Koinzidenz von Atmung und Motilität in Zustand 1 und 2	2o
B	Zeitlicher Ablauf der Verhaltenszustände	22
C	Einfluß perinataler Bedingungen auf die Entwicklung der Verhaltenszustände	28
D	Einfluß der Gestationsdauer auf die Entwicklung der Verhaltenszustände	32
E	Zusammenfassung der Ergebnisse	34
V	Diskussion	36
VI	Zusammenfassung	45
VII	Literaturverzeichnis	46
VIII	Anhang	54

I. Einleitung

Das Wach-Schlafverhalten unterliegt einer zentralnervösen Steuerung und macht einen entwicklungsabhängigen Wandel durch. Dies gilt sowohl für höher entwickelte Säugetiere, als auch für Menschen. Erste Studien über das Verhalten an Neugeborenen, Säuglingen und Kleinkindern liegen bereits seit Ende des vergangenen Jahrhunderts vor. CZERNY (1891/92) fand bei schlafenden Säuglingen Perioden regelmäßiger und unregelmäßiger Fontanellenpulsationen, die phasenweise wechselten. ECKSTEIN und PAFFROTH (1928) beobachteten die Motilität schlafender Säuglinge. Diese zeigte periodische Änderungen während des Schlafes. ASERINSKY und KLEITMAN (1955) berichteten erstmals über sich zyklisch wiederholende Phasen rascher Augenbewegungen bei schlafenden Säuglingen. Diese bezeichneten sie als "rapid eye movements" (REM). Die Schlafphase mit REM's wurde "REM-Schlaf" genannt, die andere Phase als "non-REM-Schlaf" bezeichnet. WOLFF (1959) registrierte während des Schlafes zwei sich zyklisch wiederholende Atemtypen: reguläre und irreguläre Atmung und unterschied danach die beiden Schlafphasen "regular sleep" und "irregular sleep".

Tabelle 1 soll einen Überblick über die verschiedenen gebräuchlichen Nomenklaturen geben.

Tabelle 1:

Autor	Terminus des Schlafes, charakterisiert durch:	Terminus des Schlafes, charakterisiert durch:
	reguläre Atmung	irreguläre Atmung
	keine Körperbewegungen mit Ausnahme von startle-Reaktionen	Bewegungen, häufige kleine
	keine Augenbewegungen	Augenbewegungen, rasche oder sonstige
	tonische EMG-Aktivität am Kinn	phasische Aktivität am Kinn ableitbar
	Tracé alternant des EEG	kein Tracé alternant des EEG
PRECHTL, 1965	state 1	state 2
ASERINSKY and KLEITMAN, 1955	Periode ohne Augenbewegungen	Periode der Augen- und Körpermotilität, oder aktiver Teil des Motilitätszyklus
WOLFF, 1959 PARMELEE et al., 1967	regulärer Schlaf	irregulärer Schlaf
DREYFUS-BRISAC et MONOD, 1965 DITTRICHOVA, 1969	ruhiger Schlaf	aktiver Schlaf
DREYFUS-BRISAC, 1964	Tiefschlaf	leichter Schlaf
DITTRICHOVA, 1962	Zustand 1	Zustand 2 und 3
GOLDIE und van VELZER, 1965	Stadium (b) und (c) (unterteilt mit Hilfe des EEG)	Stadium (a) und (d) unterteilt anhand der Frequenz der Augenbewegungen
JOUVET, 1961	telencephaler Schlaf	rombencephaler oder paradoxer Schlaf
andere gebräuchliche Termini	synchronized sleep (EEG)	desynchronized sleep (EEG)
	synchroner Schlaf	REM-Schlaf

In den Jahren 1965 bis 197o veröffentlichten DREYFUS-BRISAC (1967, 1968, 197o), MONOD et al. (1965) und PARMELEE (1967) unabhängig voneinander Beobachtungen, die sie an Frühgeborenen mit unterschiedlicher Reife vorgenommen hatten. Mit Hilfe von EEG-Ableitungen und der Kontrolle anderer physiologischer Parameter (Atmung, Herztätigkeit, Körperbewegungen etc.) konnten sie bereits bei sehr jungen Frühgeborenen Schlaf- und Wachstadien aufzeichnen und unterscheiden.

Um die Entwicklung des Schlaf-Wachverhaltens zu erforschen, wurden die Kinder nach der Geburt und dann systematisch in bestimmten Zeitabständen untersucht. Mit zunehmendem Alter konnte das Verhalten der Kinder verschiedenen Zuständen zugeordnet werden. Etwa von der 37. Schwangerschaftswoche an tritt zyklisches Schlafverhalten in zunehmend stabiler Form auf (DREYFUS-BRISAC et al., 197o, PARMELEE et al., 1967).

Versuche, durchgeführt an jungen Säugetieren (JOUVET, 1961; GRAMSBERGEN, SCHWARTZE und PRECHTL, 1974) haben bewiesen, daß man auch hier Schlaf-Zyklen findet, die sich in zwei Phasen untergliedern lassen.

Die Unterscheidung von Verhaltenszuständen mit Hilfe polygraphischer Variabler wird in der Arbeit von PRECHTL et al.: Polygraphic studies of the fullterm newborn. I. Technical aspects and qualitative analysis, 1968, beschrieben.

II. Problemstellung

Die Arbeit soll mit Hilfe von Daten, die aus polygraphischen Aufzeichnungen gewonnen wurden, die Entwicklung des Verhaltens bei Frühgeborenen darstellen. Dabei untersuchen wir folgende Fragen:

1. Lassen sich im Laufe der Entwicklung Frühgeborener altersabhängige Änderungen im Wach-Schlafverhalten nachweisen?
2. Üben perinatale Bedingungen einen Einfluß auf die Entwicklung der Verhaltenszustände aus?

3. Hat die Gestationsdauer einen Einfluß auf die Entwicklung der Verhaltenszustände?

III. Methodik

3. 1 Untersuchungstechnik und Ableitebedingungen

Die in der vorliegenden Arbeit verwendeten Polygramme wurden auf einem Siemens-Mingograph-Universal auf 1o Kanälen registriert. Sechs Kanäle dienten der Aufzeichnung des EEG. Das EMG der submentalen Muskulatur wurde auf dem 7. Kanal und die Atmung auf dem 8. Kanal registriert. Der 9. und 1o. Kanal dienten der Ableitung des EKG und eines EOG.

Die beobachtete Spontanmotiliät wurde von einem Untersucher in Codeform alle 2o Sekunden auf der Kurve notiert, während ein zweiter Beobachter die registrierten Augenbewegungen mittels einer Drucktaste fortlaufend auf der Kurve markierte.

Während der polygraphischen Untersuchungen bestanden weitgehend konstante äußere Bedingungen. Die Ableitungen erfolgten im Fütterungsintervall in der Zeit zwischen 13.oo und 17.oo Uhr. Sie dauerten 2 bis 3 1/2 Stunden. Die Kinder wurden bei konstanter Umgebungstemperatur in Rückenlage abgeleitet. Die maximale Differenz zwischen der zu Beginn und Ende der Ableitung gemessenen Körpertemperatur betrug o,3 Grad C. Die Ableitungen begannen unmittelbar nach der Fütterung, die mit bereits angelegten Elektroden erfolgte.

3. 2 Auswertemethode

In dieser Arbeit wurde das EEG nicht berücksichtigt. Die verschiedenen Modalitäten der einzelnen Variablen, in aufeinander folgenden, eine Minute dauernden Epochen visuell analysiert, erhielten folgende Coden:

Motilität:

1 = keine Bewegungen (mit Ausnahme von startle-Reaktionen)
2 = kleine, isolierte, distal im Bereich der Extremitäten und im Bereich der mimischen Muskulatur auftretende Bewegungen
3 = generalisierte Bewegungen
Zusätzlich wurden kurzdauernde, episodisch auftretende Bewegungsmuster wie startle-Reaktionen und langsame Streckbewegungen (stretches) notiert.

Augen:

1 = geschlossen
2 = halboffen
3 = geöffnet

EMG der submentalen Muskulatur:

1 = Dauertonus
2 = phasische Aktivität
3 = fehlende Aktivität

REM (rasche Augenbewegungen):

1 = nicht vorhanden
2 = vorhanden

Atmung:

1 = regelmäßig (Atemquotient: $\frac{\text{kürzestes}}{\text{längstes}}$ Intervall, größer als o,6; NOZ, 1973)
2 = unregelmäßig (Atemquotient kleiner als o,6)
3 = periodisch (eine Sequenz von mindestens zwei annähernd gleichlangen, durch eine Atempause unterbrochenen Folgen von Atemzügen oder umgekehrt)
4 = Apnoen (Atempausen von mehr als 1o Sekunden Dauer)

Traten innerhalb einer analysierten Minutenperiode zwei verschie-

dene Modalitäten auf, so wurde die jeweils länger dauernde bewertet.

Definitionen der einzelnen Verhaltenszustände, nach PRECHTL und BEINTEMA, 1964:

Für die Verhaltensanalyse unterschieden wir gemäß den von PRECHTL und BEINTEMA (1964) für reife Neugeborene angegebenen operationellen Definitionen fünf verschiedene Verhaltenszustände. Sie mußten jeweils bestimmte Konstellationen von Atmungs- und Motilitätstypen bei offenen und geschlossenen Augen für die Dauer von mindestens drei Minuten anhaltend aufzeigen:

Zustand 1 ("ruhiger Schlaf"):	Augen geschlossen, keine Bewegungen (Ausnahme: "startle-Reaktionen"), Atmung regelmäßig
Zustand 2 ("aktiver Schlaf"):	Augen geschlossen, feine, distal betonte Bewegungen im Bereich von Mimik und Extremitäten, Atmung unregelmäßig
Zustand 3 ("ruhiges Wachsein"):	Augen offen, keine groben Bewegungen
Zustand 4 ("unruhiges Wachsein"):	Augen offen, grobe generalisierte Bewegungen
Zustand 5 ("Unruhe, Schreien"):	Augen offen oder geschlossen, generalisierte Bewegungen, Weinen, Schreien

Auswertungsvorgang:

Die visuelle Auswertung der polygraphischen Daten erfolgte nach beendeter Ableitung ohne Kenntnis der extrauterinen Lebensdauer der einzelnen Kinder. Dabei wurden die Daten der beobachteten Va-

riablen in Minutenperioden zusammengefaßt und auf einem für die weitere Übertragung auf Lochkarten geeigneten Formblatt notiert. EEG-Coden und die Coden für die Verhaltensvariablen wurden in zwei Arbeitsgängen unabhängig voneinander ausgewertet. Bei der Bearbeitung der Daten wurden folgende Kriterien zur Erkennung von Verhaltenszuständen angewandt:

Jeder Verhaltenszustand beginnt mit mindestens drei aufeinanderfolgenden Minuten der beschriebenen Konstellationen, wobei im Zustand 2 zu Beginn maximal für die Dauer von einer Minute generalisierte Bewegungen (Motilitätscode 3) und/oder periodische Atmung (Atemcode 3) auftreten können. Jeder Zustand endet mit dem Beginn dreier aufeinanderfolgender Minuten mit einer für einen anderen Zustand charakteristischen Konstellation. Im weiteren Verlauf der so definierten Zustände können kurzfristig andere Konstellationen von Motilität und Atmung auftreten.

Außerdem wurden in dieser Untersuchung die Zustände 4 und 5 zusammengefaßt.

Die anschließende Übertragung der Daten auf Lochkarten und die Inventarisierung erfolgte im Rechenzentrum der Universität Tübingen. Die statistische Analyse wurde durchgeführt nach Beratung durch Frau Professor Dr. Geppert, der Leiterin des Instituts für Biometrie der Universität Tübingen.

3. 3 Beschreibung der untersuchten Frühgeborenen

Untersucht wurden 40 Frühgeborene mit unterschiedlichem Gestationsalter, die in der Universitätskinderklinik in Tübingen behandelt wurden. Die Kinder kamen ein- bis viermal zur Untersuchung. Daraus ergab sich die Ableitung von 99 Polygrammen:

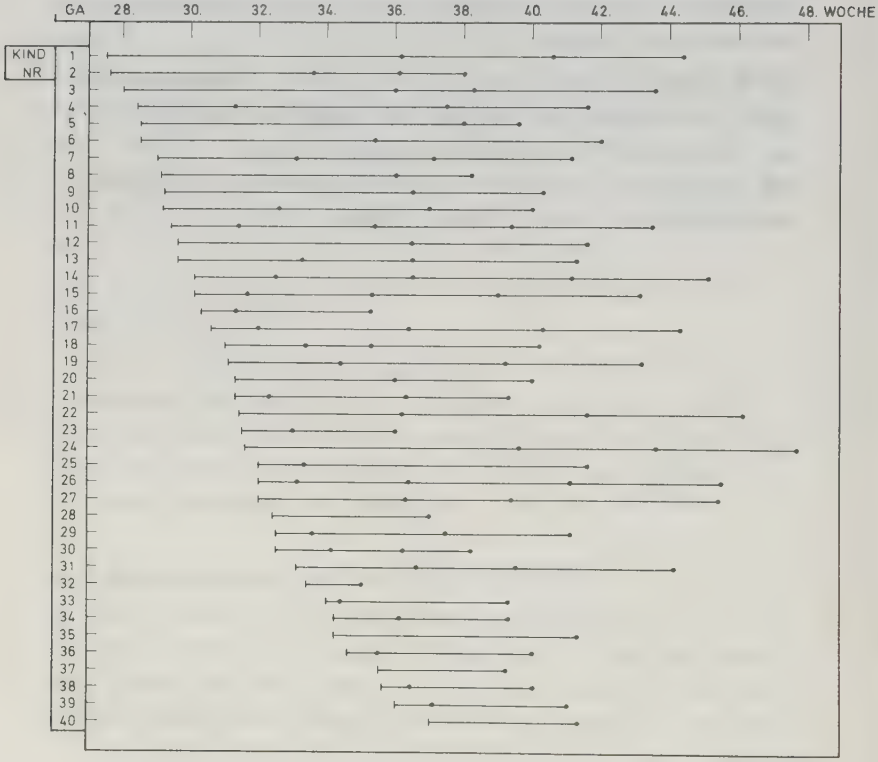
5 Kinder einmal abgeleitet
16 Kinder zweimal abgeleitet
16 Kinder dreimal abgeleitet
5 Kinder viermal abgeleitet

Die Abbildung 1 zeigt das Gestationsalter und die einzelnen Ableitealter bei den untersuchten 4o Frühgeborenen.

Unter Gestationsalter (GA) eines Kindes versteht man das Alter des Kindes in Wochen vom ersten Tag der letzten Menses der Mutter bis zum Tag der Geburt.

Das Ableitealter eines Kindes ist die Summe aus Schwangerschaftsdauer und der Dauer des extrauterinen Lebens bis zum Zeitpunkt der Untersuchung. Zahlenangaben erfolgen in Wochen.
Das extrauterine Alter (Alter von der Geburt bis zum Zeitpunkt der Untersuchung) wird in Tagen angegeben.

ABBILDUNG 1: GESTATIONSALTER UND EINZELNE ABLEITEALTER BEI 40 FRÜHGEBORENEN



Das Geburtsgewicht von 35 Kindern lag -dem jeweiligen Gestationsalter entsprechend- innerhalb der 1o. bis 9o. Perzentile (HICKL und RIEGEL, 1973). Vier Kinder befanden sich mit ihrem Geburtsgewicht unterhalb der 1o. Perzentile. Nur ein Kind hatte ein Geburtsgewicht, welches geringfügig über der 9o. Perzentile lag.

Als Grundlage zur Beurteilung von Schwangerschaft, Geburt und postnatalem Verlauf wurde eine in Anlehnung an PRECHTL (1968) aufgestellte Liste mit optimalen perinatalen Bedingungen verwandt. Die Anzahl der darin enthaltenen optimalen Punkte kennzeichnet die Optimalität bzw. die reduzierte Optimalität der Kinder. Diese Liste hat fünf Untergruppen. Jede Untergruppe umfaßt 1o Punkte.

Liste optimaler perinataler Bedingungen, modifiziert nach PRECHTL

I. Mütterliche Faktoren	optimal:
1. berufstätig	nein
2. soziale Stellung (nicht niedrige Gruppe)	ja
3. mütterliches Alter	
Primipara (18 - 3o Jahre)	
Multipara (2o - 3o Jahre)	ja
4. Stand: verheiratet	ja
5. Zahl der Schwangerschaften 1 - 4	ja
6. Früh-, Tot- oder Fehlgeburten in der Anamnese	nein
7. normale Beckenmaße	ja
8. Komplikationen bei früheren Schwangerschaften oder Geburten	nein
9. unerwünschte Sterilität, mehr als zwei Jahre keine Schwangerschaft	nein
1o. Chronische Erkrankungen (z.B. Diabetes, Herz-, Nierenkrankheiten, Epilepsie etc.)	nein
II. Schwangerschaft	
11. ärztliche Überwachung, dreimal und mehr	ja
12. Blutungen (mens, Häufigkeit)	nein
13. Infektionen (Grippe, Röteln, Fieber etc.)	nein
14. schwere Erkrankungen, Narkose	nein
15. Röntgenuntersuchungen	nein
16. Hypermensis	nein
17. Albuminurie, Ödeme, Blutdruckerhöhung	nein

II. Schwangerschaft	optimal:
18. ausgeprägte Anämie (Hb = oder weniger als 8 g %)	nein
19. Medikamente, regelmäßig, länger als drei Tage, mens I bis III	nein
2o. anhaltende pychische Stressituation (Tod naher Angehöriger etc.)	nein
III. Geburt	
21. Mehrlingsschwangerschaft	nein
22. Spontangeburt aus HHL	ja
23. Eröffnungsperiode: 6 bis 15 Stunden	ja
24. Austreibungsperiode: 1o Min. bis 2 Std.	ja
25. Blasensprung länger als 12. Std. präpartal	nein
26. operative Entbindung (Zange, VE, Sectio, manuelle Entwicklung)	nein
27. Medikamente während der Geburt	nein
28. primäre oder sekundäre Wehenschwäche	nein
29. klares Fruchtwasser	ja
3o. Teste fetaler Gefährdung durchgeführt	ja
IV. Kindliche Faktoren	
31. intrauterine Lage: HHL	ja
32. Gestationsalter: 38. bis 41. Woche	ja
33. Geburtsgewicht (1o. bis 9o. Perzentile)	ja
34. fetaler Stress (z. B. pathol. Herzfrequenz, p_H-Erniedrigung unter der Geburt)	nein
35. Anomalien der Plazenta	nein
36. Anomalien der Nabelschnur	nein
37. Apgar nach 1 Min.: mehr als 6	ja
nach 5 Min.: mehr als 7	ja
38. künstliche Beamtung	nein
39. Asphyxiebehandlung mit Medikamenten	nein
4o. Körpertemperatur in den ersten Stunden nach der Geburt 36 bis 37 Grad Celsius	ja

V. Postnatale Faktoren	optimal:
41. Lungenfunktionsstörungen mit Alkalitherapie	nein
42. maschinelle Beatmung	nein
43. rezidivierende Apnoen (Zahl)	nein
44. Krämpfe	nein
45. Blutzucker weniger als 2o mg %	nein
46. Hämatokrit = oder mehr als 65 %	nein
47. Trinkschwierigkeiten, mangelhafte Gewichtszunahme, Erbrechen	nein
48. Bilirubinspiegel in oberer Beobachtungszone oder darüber u./o. Lichttherapie	nein
49. Austauschtransfusion	nein
5o. schwere Krankheiten (Operationen,Sepsis)	nein

In Tabelle 2 sind die untersuchten Kinder, nach dem Gestationsalter geordnet, mit ihrem jeweiligen Geburtsgewicht und der Summe der optimalen Punkte aufgeführt:

Nr.	Name/ Geschl.	GA	GG	Summe der optim. Pkte.	postnatale Hauptkomplikationen
1	W. /w	27/5	9oo	41	schweres RDS
2	Ka./m	27/6	97o	34	Asphyxie,Aspiration
3	Sp./w	28/o	8oo	38	Asphyxie, schweres RDS
4	M. /w	28/4	133o	38	mittelgradiges RDS
5	D. /w	28/5	123o	42	Asphyxie, schweres RDS
6	Br./w	28/5	1o3o	36	Asphyxie, mittelschweres RDS
7	Co./w	29/o	128o	36	Asphyxie, leichtes RDS
8	V. /m	29/o	158o	42	Apnoen, Pneumonien, schweres RDS, Hyperbilirubinämie

Tabelle 2 (Fortsetzung):

Nr.	Name/ Geschl.	GA	GG	Summe der optim. Pkte.	postnatale Hauptkomplikationen
9	Wi./w	29/2	145o	39	Asphyxie
1o	R. /w	29/2	145o	42	Asphyxie, Hyperbilirubinämie, Gedeihstörungen
11	He./m	29/4	133o	41	leichtes RDS
12	Mos./m	29/6	145o	4o	schweres RDS, Apnoen Pneumonie
13	Pr./m	29/6	125o	39	Asphyxie, mittelschweres RDS
14	B. /w	3o/1	147o	41	Aspirationspneumonie, Apnoen, Hämangiome
15	Fl./w	3o/1	185o	39	-
16	St./w	3o/4	165o	46	Asphyxie
17	Ha./m	3o/6	168o	43	mittelschweres RDS, Pneumonie
18	R. /m	31/o	1o2o	34	Asphyxie, mittelschweres RDS
19	Wa./w	31/1	146o	44	Asphyxie, RDS, Hypoglykämie
2o	K. /m	31/3	1735	45	Aspiration, Hyperbilirubinämie
21	Ke./w	31/3	157o	45	RDS, Hyperbilirubinämie
22	Gr./w	31/4	183o	41	Asphyxie, leichtes RDS
23	Moo./m	31/5	15oo	37	Asphyxie, leichtes RDS Hypocalzämie
24	T. /w	31/6	11oo	36	schweres RDS, Pneumonie, Apnoen, Hyperbilirubinämie
25	L. /w	32/o	18oo	42	Asphyxie
26	Str./m	32/o	141o	36	Asphyxie (1. Zwilling)
27	Str./w	32/o	135o	36	Asphyxie, mittelschweres RDS, Hypotrophie (2. Zwilling)
28	G./m	32/4	184o	37	Asphyxie, Krämpfe, schweres RDS, Hypocalzämie
29	C./w	32/5	156o	43	Asphyxie
3o	Fi./w	32/5	17oo	45	(Zwilling)

Tabelle 2 (Fortsetzung):

Nr.	Name/ Geschl.	GA	GG	Summe der optim. Pkte.	postnatale Hauptkomplikationen
31	We./w	33/1	215o	41	Asphyxie, Krämpfe, Trinkschw.
32	Kr./w	33/4	227o	45	Asphyxie, Pneumonie
33	Sch./m	34/o	2o7o	41	Krämpfe, Enteritis
34	Scha./m	34/2	23oo	44	Hypocalzämie
35	P./m	34/2	2o9o	46	RDS, Hyperbilirubinämie
36	H./m	34/6	245o	46	leichtes RDS
37	Bo./w	35/5	213o	34	Asphyxie, Krämpfe
38	A./m	35/6	23oo	44	Rh - Inkompatabilität
39	F./w	36/o	321o	46	Hypocalzämie
4o	N./w	37/o	218o	43	Hypotrophie (3. Drilling)

Besonders häufig auftretende nicht-optimale Bedingungen bei den von uns untersuchten Frühgeborenen waren:
Berufstätigkeit der Mutter und hohes mütterliches Alter (über 3o Jahre alt) Fünf Mütter gaben in der Anamnese bereits Früh-, Tot- oder Fehlgeburten an. Häufige Komplikationen zu Beginn und in der Mitte der Schwangerschaft waren Blutungen. Virale oder bakterielle Infektionskrankheiten während der Embryonalperiode und Hyperemesis gravidarum traten nicht auf. Hingegen zeigten sich Spätgestosen in sieben Fällen.

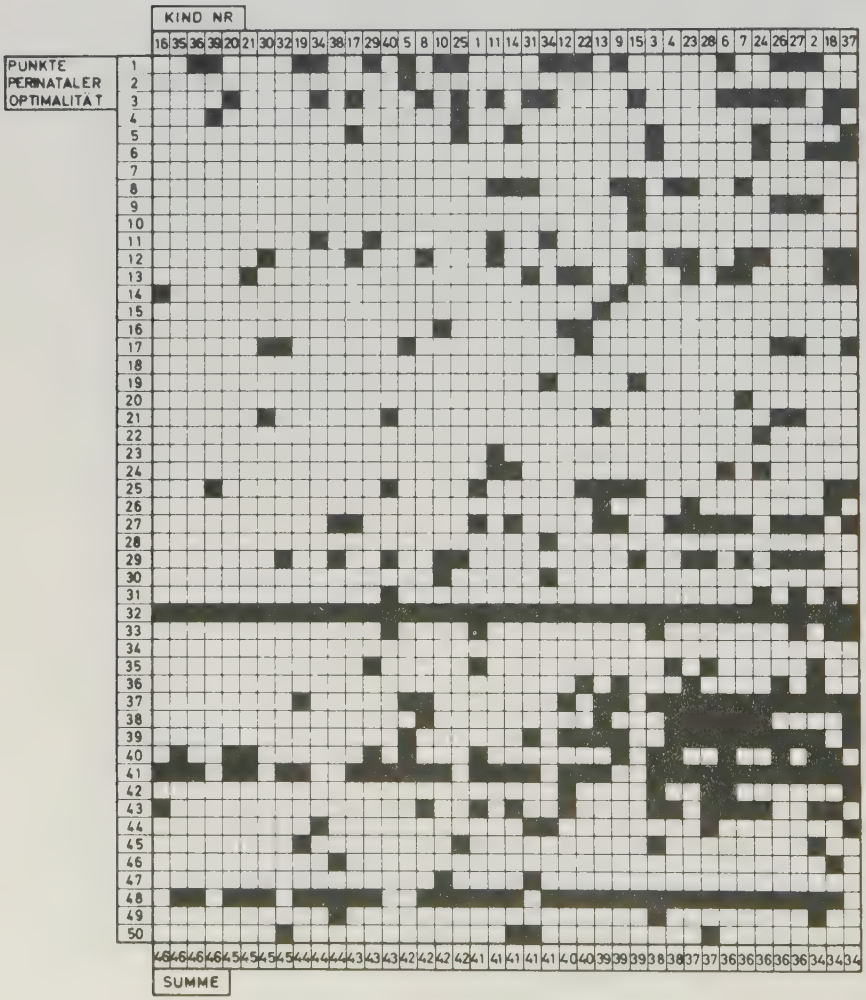
Fast alle Mütter erhielten Analgetika während der Eröffnungs- und Austreibungsperiode. Mehrere Kinder ließen Symptome einer intrauterin durchgemachten Asphyxie erkennen. Sie hatten eine Herzfrequenz von weniger als 1oo/min., mekoniumhaltiges Fruchtwasser, eine Azidose und der Apgar-Score war unter 7 nach einer Minute p.p.

In der postnatalen Phase waren Atemstörungen besonders häufig. Ein Atemnotsyndrom, welches mit Tachypnoe, inspiratorischen Einziehungen, Stöhnen, Nasenflügeln und Zyanose einhergeht, war bei

21 Kinder vorhanden. Wir nahmen eine Einteilung in RDS (respiratory distress syndrom) I - leichte Symptomatik eines Atemnotsyndroms, RDS II - mittelschwere Symptomatik und RDS III schwerstes klinisches Erscheinungsbild, vor. Kind-Nr. 7, 11, 19, 21, 22, 23, 35 und 36 zeigten ein RDS I. Ein mittelschweres Atemnotsyndrom hatten Kind-Nr. 4, 6, 13, 17, 18 und 27. Sieben Kinder erkrankten an einem RDS III: 1, 3, 5, 8, 12, 24 und 28.
Apnoische Anfälle, welche teilweise von Bradycardie begleitet wurden, traten bei 13 Kindern auf (Kind-Nr. 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 12, 14, 16, 18, 24 und 28).
Pneumonien waren bei sieben Kindern nachweisbar (Kind-Nr. 3, 8, 12, 14, 17, 24 und 32). Vier Kinder waren hypocalcaemisch (Kind-Nr. 23, 28, 34 und 38), Krämpfe hatten drei Kinder (Nr. 28, 31 und 37). Fast alle Kinder erhielten Phototherapie bei Hyperbilirubinämie. Austauschtransfusionen, eine oder mehrere, waren bei drei Kindern erforderlich (Nr. 2, 3 und 38).

In der Abbildung 2 werden die optimalen und nicht-optimalen Bedingungen (schwarz) aufgeführt.

ABBILDUNG 2


KIND NR
16 35 36 39 20 21 30 32 19 34 38 17 29 40 5 8 10 25 1 11 14 31 34 12 22 13 9 15 3 4 23 28 6 7 24 26 27 2 18 37
PUNKTE PERINATALER OPTIMALITÄT
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50
46 46 46 46 46 45 45 45 45 44 44 44 44 43 43 43 43 42 42 42 42 41 41 41 41 41 41 40 40 40 39 39 39 38 38 38 37 37 36 36 36 36 36 34 34 34
SUMME

IV. Ergebnisse

A. Quantitative Verteilung der Verhaltenszustände

4.1 Prozentuale Häufigkeitsverteilung der Zustände (12o - Minuten - Analyse)

Um zu untersuchen, ob in den einzelnen Altersgruppen eine unterschiedliche Verteilung der einzelnen Verhaltenszustände vorliegt, bestimmten wir die Anteile der einzelnen Verhaltenszustände in den ersten 12o Minuten in vier verschiedenen Altersgruppen (I = 31. - 34., II = 35. - 38., III = 39. - 42. und IV = 44. - 46. Woche). Die analysierte Periode wurde auf 12o Minuten begrenzt, da zum Teil im Verlauf der Ableitung Störungen auftraten oder die Kinder anhaltend unruhig wurden.

Es ergab sich dabei eine unterschiedliche Verteilung der einzelnen Zustände in den verschiedenen Altersgruppen. Die durchschnittlichen Anteile von Zustand 1 zeigten eine stetige Zunahme mit steigendem Konzeptionsalter. Am deutlichsten ist die Zunahme von Altersgruppe I nach II und II nach III. In Altersgruppe III und IV sind die durchschnittlichen Anteile von Zustand 1 annähernd gleich.

Durchschnittliche Anteile von Zustand 2 nehmen von Altersgruppe I nach III geringfügig ab. Sie verringern sich deutlich von Altersgruppe III nach IV.

Die Anteile der Wachzustände, insbesondere von Zustand 4/5, aber auch von Zustand 3, nehmen von Altersgruppe I - IV ebenfalls zu, wobei sich die deutlichste Zunahme bei Zustand 4/5 zwischen Altersgruppe III und IV beobachten ließ.

Tabelle 4: Durchschnittliche Anteile (%) der Zustände an der berücksichtigten Ableitedauer (12o min.). Mittelwert- und Extremwertbereiche

Ableitealter: (Wochen)	31.-34. n = 16	35.-38. n = 36	39.-42. n = 36	44.-46. n = 12
Zustand 1	$\bar{x}$ = 11 R = o-44	$\bar{x}$ = 21 R = 3-57	$\bar{x}$ = 32 R = 1o-61	$\bar{x}$ = 31 R = 5-69
Zustand 2	$\bar{x}$ = 8o R = 42-1oo	$\bar{x}$ = 71 R = 26-1oo	$\bar{x}$ = 53 R = 17-75	$\bar{x}$ = 29 R = 6-62
Zustand 3	$\bar{x}$ = 6 R = o-27	$\bar{x}$ = 3 R = o-23	$\bar{x}$ = 6 R = o-39	$\bar{x}$ = 13 R = o-49
Zustand 4/5	$\bar{x}$ = 3 R = o-15	$\bar{x}$ = 5 R = o-47	$\bar{x}$ = 9 R = o-42	$\bar{x}$ = 27 R = o-54

4.2 Durchschnittliche Dauer der Zustände (12o-Minuten-Analyse)

Entsprechendes ergab sich, wenn man die mittlere Dauer der einzelnen Zustände berechnete.

Tabelle 5: Mittlere absolute Dauer einzelner Zustandsepochen (min) Mittelwert- und Extremwertbereiche

Ableitealter: (Wochen)	31.-34. n = 16	35.-38. n = 36	39.-42. n = 36	44.-46. n = 12
Zustand 1	$\bar{x}$ = 13 R = o-53	$\bar{x}$ = 25 R = o-68	$\bar{x}$ = 38 R = 1o-61	$\bar{x}$ = 37 R = 6-83
Zustand 2	$\bar{x}$ = 96 R = 5o-12o	$\bar{x}$ = 86 R = 31-12o	$\bar{x}$ = 63 R = 2o-9o	$\bar{x}$ = 35 R = 7-74
Zustand 3	$\bar{x}$ = 7 R = o-33	$\bar{x}$ = 3 R = o-27	$\bar{x}$ = 8 R = o-47	$\bar{x}$ = 16 R = o-59
Zustand 4/5	$\bar{x}$ = 3 R = o-18	$\bar{x}$ = 5 R = o-56	$\bar{x}$ = 11 R = o-52	$\bar{x}$ = 32 R = o-65

Die Einzelwerte der untersuchten Frühgeborenen sind den Tabellen im Anhang zu entnehmen.

4.3 Zustandswechsel (12o-Minuten-Analyse)

Bei der Untersuchung der Häufigkeit der Zustandswechsel ergab sich in den vier verschiedenen Altersgruppen ein stetiger Anstieg der durchschnittlichen Anzahl der Wechsel mit steigendem Ableitealter, trotz großer individueller Schwankungen. Diese Zunahme war von Altersgruppe I nach II gering, jedoch sehr deutlich von II nach III und von III nach IV. In der Tabelle 6 sind die entsprechenden Mittelwerte und Extremwertbereiche angegeben. Die Einzelwerte sind wiederum aus den Tabellen im Anhang zu ersehen.

Tabelle 6: Zustandswechsel / 12o min in den vier Altersgruppen (Mittelwerte und Extremwertbereiche)

Ableitealter:	31.-34.	35.-38.	39.-42.	44.-46.
(Wochen)	n = 16	n = 36	n = 36	n = 12
Mittelwert:	$\bar{x}$ = 3,56	$\bar{x}$ = 3,94	$\bar{x}$ = 5,88	$\bar{x}$ = 9,66
Extremwert-bereiche:	R = 1-9	R = o-11	R = 1-12	R = 6-15

4.4 Koinzidenz von Atmung und Motilität in Zustand 1 und 2

Die mit der eingangs beschriebenen Methodik als charakteristisch für Zustand 1 und 2 beschriebenen Merkmalskonstellationen von Atmung und Motilität wurden von PRECHTL zur Analyse des Verhaltens von reifen Neugeborenen beschrieben. Um zu untersuchen, wie weit diese Konstellationen auch für die Analyse des Verhaltens bei Frühgeborenen anwendbar sind, berechneten wir die Koinzidenzen dieser Merkmalskonstellationen innerhalb der Verhaltenszustände in den vier Altersgruppen.

Im Zustand 1 zeigte sich eine sehr geringe Koinzidenz bei Altersgruppe I. Diese stieg bis zur Altersgruppe III, die dem Zeitraum um den errechneten Geburtstermin entspricht, deutlich an.

Im Gegensatz dazu war der Anstieg der Koinzidenz für Zustand 2 geringer. Tabelle 7 zeigt die prozentualen Mittelwerte und Extremwertbereiche der Koinzidenz von Atmung und Motilität auf. Einige Kinder hatten in den Altersgruppen I bis III keinen Zustand 1 nach den definierten Kriterien (Altersgruppe I: 8 von 16 Kindern; Altersgruppe II: 7 von 36 Kindern; Altersgruppe III: 1 von 35 Kindern).

Tabelle 7: Koinzidenz von Atmung und Motilität in Zustand 1 und 2, 12o-Minuten-Analyse
(Mittelwerte und Extremwertbereiche)

Altersgruppe		Koinzidenz (%) 1/1 Zustand 1)		Koinzidenz (%) 2/2 (Zustand 2)
I	n = 8	$\bar{x}$ = 45,87 R = 19-75	n = 16	$\bar{x}$ = 53,1 R = 31-77
II	n = 29	$\bar{x}$ = 68,2 R = 4o-1oo	n = 36	$\bar{x}$ = 57,4 R = 14-9o
III	n = 36	$\bar{x}$ = 68,66 R = 22-1oo	n = 36	$\bar{x}$ = 58,8 R = 21-88
IV	n = 12	$\bar{x}$ = 65,7 R = 36-92	n = 12	$\bar{x}$ = 61,3 R = 33-82

B. Zeitlicher Ablauf der Verhaltenszustände

Der zeitliche Ablauf der Verhaltenszustände läßt sich in Form von Profilen darstellen. Auch mit dieser Darstellung werden altersabhängige Änderungen erkennbar. Zustand 1 tritt mit zunehmendem Alter häufiger auf und nimmt an Dauer zu. Ebenso vermehrt sich die Zahl der Wachzustände. Dies geht bereits aus der Zustandsverteilung hervor, jedoch lassen die Verhaltensprofile darüber hinaus eine zunehmend zyklische Organisation erkennen.

Schlafzyklen, definiert als die jeweilige Folge eines Zustandes 1 und eines Zustandes 2, wurden um die 32. Woche bei einem von neun Kindern, um die 36. Woche bei 12 von 18 Kindern, um die 4o. Woche bei sieben von neun Kindern und um die 44. Woche bei allen (6) Kindern beobachtet.

27 Kinder schliefen bei mindestens einer Ableitung über Zustand 2 ein. Wachzustände traten bei 21 Kindern gegen Ende des Fütterungsintervalls auf. Zu Beginn der Ableitungen, also unmittelbar nach der Fütterung, fanden wir in sehr jungen Ableitealtern ganz vereinzelt (drei Kinder) kurzdauerndes ruhiges Wachsein (maximal 1o Minuten). Mit zunehmender extrauteriner Lebensdauer schliefen bereits zehn Kinder über den ruhigen Wachzustand ein. Unruhige Wachzustände zu Beginn der Ableitungen waren dagegen in höheren Ableitealtern nur bei sieben Kindern zu beobachten.

Die einander nach dem Ableitealter entsprechenden Zustandsprofile wiesen bei gleichartiger zyklischer Organisation deutliche interindividuelle Unterschiede auf. Dies sollen die Abbildungen 3 bis 7 am Beispiel von fünf Kindern veranschaulichen.

ABBILDUNG 3

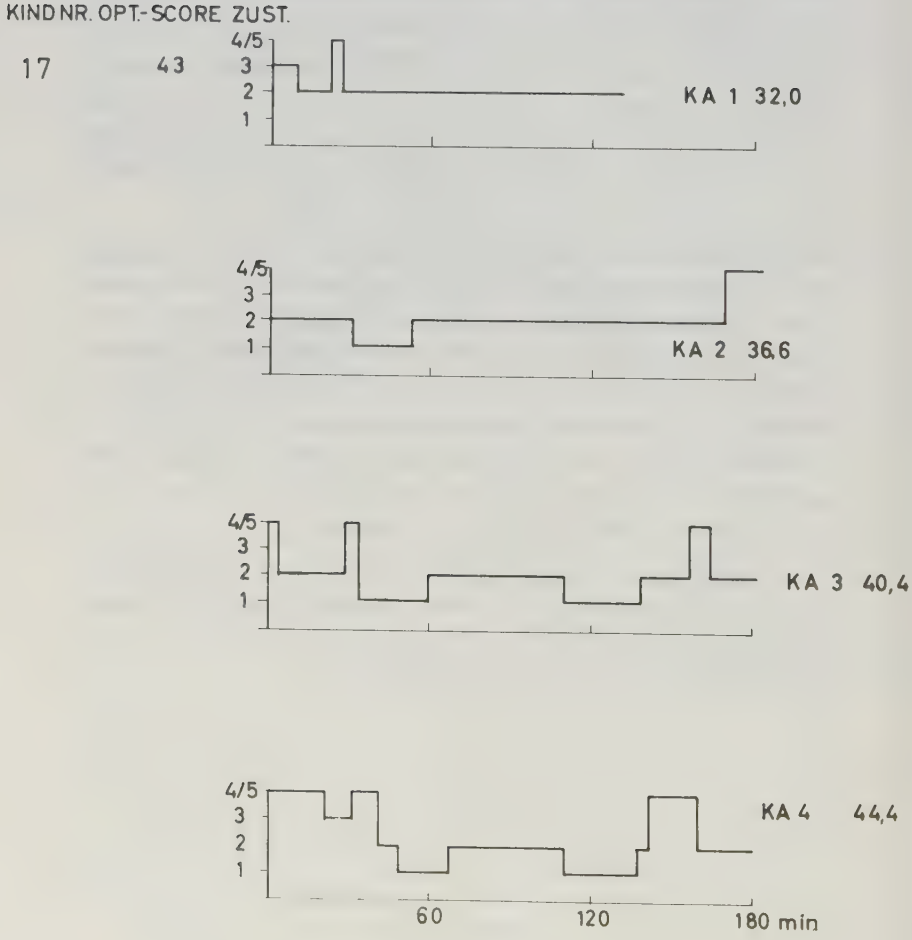

KIND NR. OPT.-SCORE ZUST.
17 43
4/5
3
2
1
KA 1 32,0
KA 2 36,6
KA 3 40,4
KA 4 44,4
60
120
180 min

ABBILDUNG 4

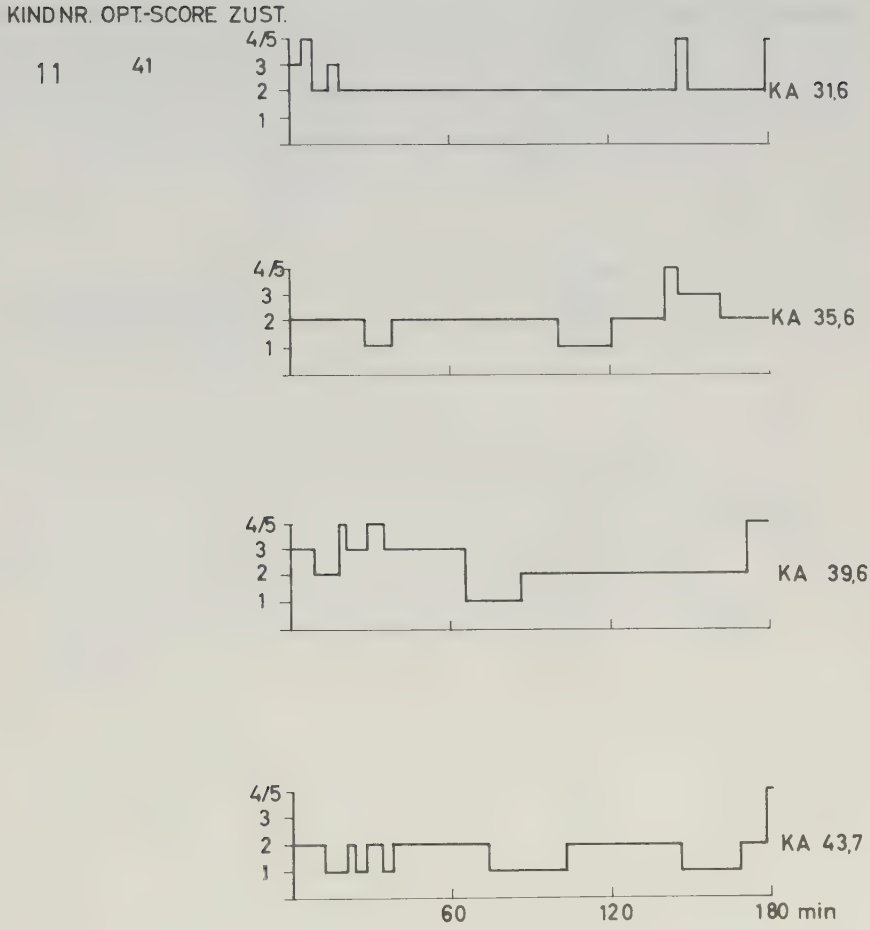

KIND NR. OPT.-SCORE ZUST.
11 41
4/5
3
2
1
KA 31,6
KA 35,6
KA 39,6
KA 43,7
60
120
180 min

ABBILDUNG 5

KIND NR. OPT-SCORE ZUST.

21 45

ABBILDUNG 6

KIND NR. OPT.-SCORE ZUST.

29 43

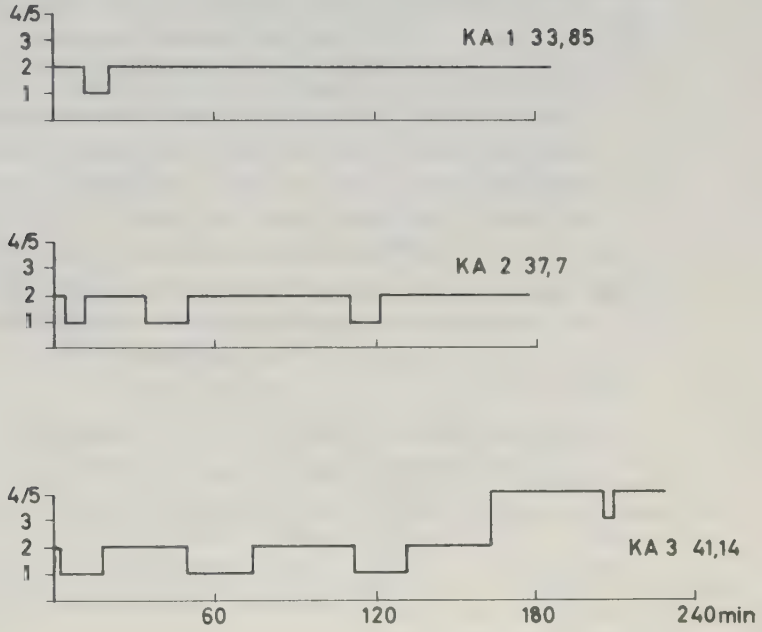
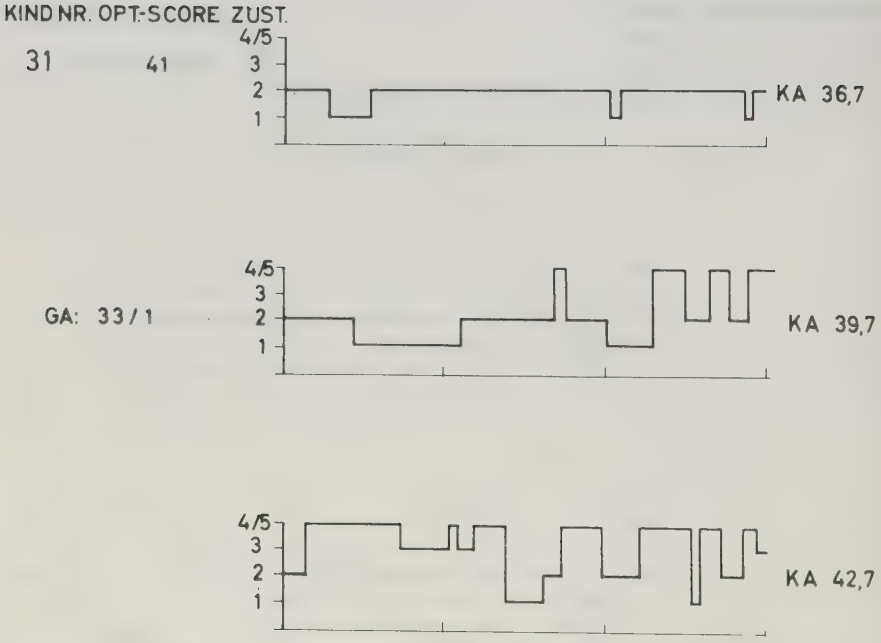


ABBILDUNG 7


KIND NR. OPT.-SCORE ZUST.
31
41
4/5
3
2
1
KA 36,7
GA: 33 / 1
4/5
3
2
1
KA 39,7
4/5
3
2
1
KA 42,7

C. Einfluß perinataler Bedingungen auf die Entwicklung der Verhaltenszustände

Wir bildeten aus dem untersuchten Patientengut in drei Altersgruppen je zwei Gruppen von sechs Kindern, die sich bezüglich ihrer perinatalen Optimalität deutlich voneinander unterschieden. Dazu wählten wir für die Gruppe I Kinder mit einem Optimalitäts-Score von 42 - 46 Punkten (gering reduzierte Optimalität) und für die Gruppe II Kinder mit einem Optimalitäts-Score von 34 bis 38 Punkten (deutlich reduzierte Optimalität) aus.

Beim Vergleich der Zustandsverteilungen zeigten sich in den Polygrammen der Altersgruppe 1 keine Unterschiede. Für die Altersgruppe 2 waren die Anteile von Zustand 1 in der Gruppe mit deutlich reduzierter Optimalität größer, die von Zustand 2 deutlich kleiner als in der Gruppe mit nur gering reduzierter Optimalität. Auch der Anteil der Wachzustände war durchschnittlich in der Gruppe mit deutlich reduzierter Optimalität etwas höher als in der Kontrollgruppe. Für die Altersgruppe 3 waren ähnlich wie bei der Altersgruppe 1 keine Unterschiede mehr nachweisbar.

Tabelle 8: Altersgruppe 1 (31. - 34. Woche), Angaben der Einzelwerte, Mittelwerte und Extremwertbereiche in %

Kind-Nr.	1	2	3	4/5	Optim.-Score	Kind-Nr.	1	2	3	4/5	Optim.-Score
1o	18	75	7	o	42	2	2o	6o	2o	o	34
16	7	78	o	15	46	4	o	68	19	13	38
17	o	88	8	4	43	7	44	56	o	o	36
21	o	1oo	o	o	45	18	o	1oo	o	o	34
25	16	84	o	o	42	23	8	92	o	o	37
29	8	92	o	o	43	26	o	1oo	o	o	36
M	8	86	3	3		M	12	79	.7	2	
R	o-18	75-1oo	o-8	o-15		R	o-44	56-1oo	o-2o	o-13	

Tabelle 9: Altersgruppe 2 (35. - 38. Woche), Angabe der Einzelwerte, Mittelwerte und Extremwertbereiche in %

Kind-Nr.	Zustand 1	2	3	4/5	Optim.-Score	Kind-Nr.	Zustand 1	2	3	4/5	Optim.-Score
19	0	100	0	0	44	2	39	61	0	0	34
30	25	68	4	3	45	4	26	70	4	0	38
32	30	70	0	0	45	6	41	59	0	0	36
36	12	88	0	0	46	26	0	80	7	13	36
38	0	97,5	0	2,5	43	27	42,5	57,5	0	0	36
39	22	78	0	0	46	28	41	28	20	11	37
M	14	84	1	1		M	32	59	5	4	
R	0-30	68-100	0-4	0-3		R	0-43	28-80	0-20	0-13	

Tabelle 10: Altersgruppe 3 (39. - 42. Woche), Angabe der Einzelwerte, Mittelwerte und Extremwertbereiche in %

Kind-Nr.	Zustand 1	2	3	4/5	Optim.-Score	Kind-Nr.	Zustand 1	2	3	4/5	Optim.-Score
5	13	31	29	27	42	2	33	44	15	8	34
20	35	65	0	0	45	7	27	73	0	0	36
35	22	67	7	9	46	18	20	75	0	5	34
34	31	69	0	0	44	24	35	61	0	4	36
38	25	68	7	0	44	27	10	45	17	28	36
40	33	67	0	0	43	37	30	47	3	20	34
M	26	61	7	6		M	26	58	6	10	
R	13-35	31-87	0-29	0-27		R	10-35	44-75	0-17	0-28	

Wir ordneten nun noch einmal alle 36 Kinder der Altersgruppe 3 nach ihrer Optimalität und verglichen, ob Unterschiede bezüglich perinataler Belastung bestehen bzw. nicht bestehen. Die Kinder wurden abermals in zwei Gruppen unterteilt. Der Optimalitäts-Score von Gruppe A (22 Kinder) betrug 41 - 46 Punkte, der von der Gruppe B (14 Kinder) 43 - 4o Punkte.

Tabelle 11:

Gruppe A (n = 22)						Gruppe B (n = 14)					
Kind-	Zustand				Optim.-	Kind-	Zustand				Optim.-
Nr.	1	2	3	4/5	Score	Nr.	1	2	3	4/5	Score
1	27	66	7	o	41	2	39	39	15	7	34
5	13	31	29	27	42	3	4o	35	2o	5	38
8	28	33	o	39	42	4	23	68	3	6	38
1o	31	62	o	7	42	6	35	39	26	o	36
11	18	36	39	7	41	7	27	73	o	o	36
14	43	57	o	o	41	9	12	36	1o	42	39
17	29	64	o	7	43	12	35	65	o	o	4o
19	15	33	9	43	44	13	37	41	o	22	39
2o	35	65	o	o	45	15	28	38	29	5	39
21	34	57	7	2	45	18	2o	75	o	5	34
22	3o	7o	o	o	41	24	35	61	o	4	36
25	53	16	5	26	42	26	51	49	o	o	36
29	42	58	o	o	43	27	1o	45	17	28	36
3o	36	64	o	o	45	37	3o	47	3	2o	34
31	33	64	o	3	41						
33	61	39	o	o	41						
34	31	69	o	o	44						
35	22	62	7	9	46						
36	19	57	3	21	46						
38	25	68	7	o	44						
39	49	51	o	o	46						
4o	35	65	o	o	43						
M	32	54	5	9		M	3o	51	9	1o	
R	13-61	16-7o	o-39	o-43		R	1o-51	35-75	o-29	o-42	

Auch aus Tabelle 11 geht hervor, daß Kinder im Alter von 39 bis 42 Wochen trotz unterschiedlicher perinataler Optimalität keine Unterschiede mehr in diesem Alter in der durchschnittlichen Verteilung der Verhaltenszustände aufweisen. Dies gilt sowohl für Mittelwerte als auch Extremwertbereiche.

Werden die Wachzustände 3 - 4 zusammengefaßt, so haben 11 von 14 Kindern (high risk - Gruppe) Wachzustände. Bei der low risk - Gruppe sind nur bei 13 von 22 Kindern Wachzustände zu verzeichnen. Der Unterschied ist aber gering.

D. Einfluß der Gestationsdauer auf die Entwicklung der Verhaltenszustände

Es wurden je sechs Kinder mit einer Gestationsdauer von 27 bis 29 Wochen und von 34 bis 36 Wochen miteinander verglichen. Bei beiden Gruppen erfolgte die Untersuchung im Alter von 4o bis 42 Wochen.

Die durchschnittliche Verteilung der einzelnen Verhaltenszustände zeigte nur geringe Unterschiede mit einem etwas höheren Anteil an Zustand 2 in der Gruppe mit längerer Gestationsdauer. Hingegen waren beide Wachzustände in der Gruppe mit kurzer Gestationsdauer höher im Vergleich zur Kontrollgruppe. Die Extremwertbereiche für die Anteile am Zustand 1 und 2 unterschieden sich kaum in beiden Gruppen, sehr groß waren hingegen die Extremwertbereiche für beide Gruppen in den Wachzuständen. Einzelwerte, Mittelwerte und Extremwertbereiche sind aus nachfolgenden Tabellen zu entnehmen.

Tabelle 12: Gruppe 1 - kurze Gestationsdauer (27 bis 29 Wochen)

Kind-Nr.	Optim.-Score	Verhaltenszustand (min/%) 1	2	3	4/5
1	41	33/27	79/66	8/7	o/o
4	38	27/23	82/68	4/3	7/6
6	36	42/35	47/39	31/26	o/o
7	36	32/27	88/73	o/o	o/o
9	39	14/12	44/37	12/1o	5o/42
1o	42	37/3o	74/62	o/o	9/8
M	38,7	26'/26%	69'/57%	9'/8%	11'/9%
R	36 - 41	14 - 42'	44 - 88'	o - 12'	o - 5o'
		12 - 35%	37 - 73%	o - 26%	o - 42%

Tabelle 13: Gruppe 2 - längere Gestationsdauer (34 bis 36 Wochen)

Kind-Nr.	Optim.-Score	Verhaltenszustand (min/%) 1	2	3	4/5
33	41	22/18	98/82	o/o	o/o
34	44	37/31	83/69	o/o	o/o
35	46	26/22	74/62	9/7	11/9
36	46	19/16	72/6o	4/3	25/21
38	44	3o/25	82/68	8/7	o/o
39	46	59/49	61/51	o/o	o/o
M	44,5	32/27	78/65	4/3	6/5
R	41 - 46	19 - 59'	61 - 98'	o - 9'	o - 25'
		16 - 49%	51 - 82%	o - 7%	o - 21%

E. Zusammenfassung der Ergebnisse

ad A: 4.1 und 4.2 Die quantitative Verteilung der Verhaltenszustände zeigte altersabhängige Unterschiede:

a) Zustand 1: stetige Zunahme von Altersgruppe I nach IV

b) Zustand 2: stetige geringe Abnahme bis Altersgruppe III, von III nach IV eine deutliche Abnahme

c) Zustand 3 nahm von Altersgruppe I nach II ab. Von Altersgruppe II nach IV erfolgte dann eine stetige Zunahme.

d) Zustand 4/5 zeigte eine stetige Zunahme von Altersgruppe I nach IV, am augenscheinlichsten war dies von Altersgruppe III nach IV.

4.3 Die Häufigkeit der Zustandswechsel nahm mit steigendem Ableitealter zu, besonders rasch von Altersgruppe II bis Altersgruppe IV.

4.4 Die Koinzidenz von Atmung und Motilität für beide Schlafzustände zeigte ebenfalls eine Altersabhängigkeit: Zustand 1 war gekennzeichnet durch eine stetige Zunahme seiner Koinzidenz von Altersgruppe I bis III, von III nach IV durch eine geringe Abnahme.

Die Koinzidenz von Zustand 2 zeigte einen geringen stetigen Anstieg von Altersgruppe I nach IV.

ad B: Die Verhaltensprofile ließen die gleichen altersabhängigen Veränderungen der einzelnen Zustände erkennen. Außerdem war mit zunehmendem Ableitealter eine zunehmend zyklische Organisation der Schlafzustände zu beobachten. Die meisten Kinder schliefen über Zustand 2 ein. Erst in höherem Ableitealter traten Wachzustände bereits zu Beginn der Ableitungen auf. Das Aufwachen erfolgte in früherem Lebensalter meist

über Zustand 2. Erst in späterem Lebensalter wachten einige Kinder auch unmittelbar aus Zustand 1 auf.

ad C: Ein Einfluß reduzierter perinataler Optimalität konnte in Altersgruppe 2 nachgewiesen werden. Kinder mit deutlich reduzierter Optimalität hatten größere Anteile von Zustand 1 und kleinere Anteile von Zustand 2; Wachzustände waren etwas länger im Gegensatz zur Kontrollgruppe.

ad D: Ein Einfluß verschieden langer Gestationsdauern auf die Verteilung der Verhaltenszustände im Konzeptionsalter von 4o Wochen war nicht festzustellen.

V. Diskussion

Polygraphische Aufzeichnungen verschiedener physiologischer Variabler wie Atmung, Spontanmotilität, Augenbewegungen und EKG über einen längeren Zeitraum unter konstanten äußeren Bedingungen ermöglichen die Dokumentation und Beurteilung von Verhaltensweisen, die durch verschiedene innere und äußere Bedingungen in ihrer Organisation und in ihrer zeitlichen Abfolge verändert werden können.

Mit Hilfe beobachteter und aufgezeichneter Variabler lassen sich Merkmalskonstellationen, die konstant über einen bestimmten Zeitraum auftreten, als Verhaltenszustände definieren. Die Analyse dieser Verhaltenszustände ermöglicht eine über rein qualitative Angaben hinausgehende Verhaltensbeurteilung, die bei Neu- und Frühgeborenen für die klinische Diagnostik wertvolle Informationen geben kann. Dies vermochte von verschiedenen Autoren, die das Verhalten Neu- und Frühgeborener unter normalen und abnormen Bedingungen anhand polygraphischer Aufzeichnungen beschrieben, gezeigt werden (DREYFUS-BRISAC 1965, 1966, 1968, MONOD 1965, 1976, PARMELEE 1962, 1964, 1967, 1972, STERN 1973, ANDERS 1973, SCHULTE 1969, DITTRICHOVA 1966, 1969, 1971, NOLTE 1968, 1971, 1976, PETRE-QUADENS 1967, PRECHTL 1964, 1968, 1973, 1974, 1975, THEORELL 1974).

Trotz unterschiedlicher Ableitemethodik und unterschiedlicher Auswertekriterien, die bei der visuellen Analyse polygraphischer Aufzeichnungen angewandt wurden und die zu teilweise unterschiedlichen Ergebnissen führten, konnte gezeigt werden, daß das Wach-Schlafverhalten reifer Neugeborener unter normalen Bedingungen in dieser frühen Lebensperiode eine deutlich erkennbare Ordnung aufweist. Ebenso wurden von einigen der zitierten Autoren Störungen dieser Ordnung bei Neugeborenen mit unterschiedlichen perinatalen Erkrankungen nachgewiesen.

Vergleichende Untersuchungen des Wach-Schlafverhaltens an reifen Neugeborenen und Frühgeborenen gleichen postmenstruellen Alters

zeigten teilweise übereinstimmendes aber auch unterschiedliches Verhalten (DREYFUS 1965, 1966, 197o, AKUE 1975, NOLTE 1976, PARMELEE 1977, STERN 1973).

Longitudinale entsprechende Untersuchungen an Frühgeborenen während der postnatalen Entwicklungsphase bis zum errechneten Termin wurden bisher nur vereinzelt und nicht in größerem Umfang publiziert (DREYFUS 1968, 197o, PARMELEE 1967, PRECHTL 1975, MONOD 1976, NOLTE 1968).

Die in der vorliegenden Arbeit analysierten polygraphischen Aufzeichnungen vei 4o mehrfach während der postnatalen Entwicklungsperiode von der 32. bis zur 45. Woche beobachteten Frühgeborenen sollten der Untersuchung von drei Fragestellungen dienen:

1. ob sich mit der angewandten Untersuchungsmethode altersabhängige Änderungen im Wach- und Schlafverhalten nachweisen lassen
2. ob sich ein Einfluß unterschiedlicher perinataler Bedingungen auf das Verhalten nachweisen läßt
3. ob Änderungen des Verhaltens in Abhängigkeit von der Gestationsdauer erkennbar sind

Die Klassifikation der Verhaltenszustände der von uns polygraphisch untersuchten Frühgeborenen entspricht der von PRECHTL (1968) für reife Neugeborene angegebenen. Wir gingen hierbei von der Annahme aus, daß die gleiche Klassifikation auch bei Frühgeborenen anwendbar sein könnte. Dieses Vorgehen hat den Vorteil, einen unmittelbaren Vergleich mit den bei der Untersuchung reifer Neugeborener gewonnenen Ergebnissen zu ermöglichen. Dabei bleibt jedoch die Frage offen, ob das Verhalten Frühgeborener mit dieser Klassifikation ausreichend erfaßt und beschrieben ist.

So geht aus Untersuchungen von DREYFUS (197o) hervor, daß die einzelnen mit polygraphischen Aufzeichnungen erfaßten Variablen einen voneinander unabhängigen Entwicklungsverlauf haben und daß die An-

wendung eines einheitlichen Zustandskonzeptes für Früh- und Neugeborene eine Vereinfachung darstellt, die der Komplexität des Verhaltens während dieser frühen Lebensphase nicht in jeder Hinsicht Rechnung trägt.

Der Vergleich unserer Ergebnisse mit solchen, die von anderen Autoren bei Frühgeborenen gewonnen wurden, wird durch die unterschiedliche Analysemethodik erschwert. Dies betrifft besonders die unterschiedliche Wahl der Dauer der analysierten einzelnen Epochen und erhebliche Unterschiede in der Wahl der einzelnen Kriterien, die für die Zustandsdefinition benutzt werden. So verwandten im Gegensatz zu uns die Mehrzahl der zitierten Autoren neben den beiden Schlafzuständen 1 und 2, denen weitgehend die Begriffe "ruhiger" und "aktiver Schlaf" entsprechen, einen dritten Zustand, den sogenannten "Übergangsschlaf" oder "Transitional" oder "indeterminate sleep", mit dem alle Perioden mit heterogenen Merkmalskonstellationen, die sich weder dem Zustand 1 noch dem Zustand 2 zuordnen lassen, umschrieben werden. Weiter variieren bei den einzelnen Untersuchern auch die angewandten Bewertungsskalen der einzelnen für die Analyse verwandten Variablen.

Zur ersten Fragestellung: Altersabhängige Änderungen des Wach-Schlafverhaltens

Die mit der von uns angewandten Methode gefundenen altersabhängigen Änderungen des Wach-Schlafverhaltens betreffen die quantitative Verteilung der einzelnen Zustände und den zeitlichen Ablauf der Zustände während des Beobachtungszeitraumes sowie die Organisation innerhalb der einzelnen Zustände. Die Analyse der Zustandsverteilung zeigt eine stetige Zunahme der durchschnittlichen Häufigkeit und Dauer von Zustand 1, eine geringer ausgeprägte stetige Abnahme der Häufigkeitsdauer von Zustand 2, die nach der 4o. Woche am deutlichsten ist, und eine stetige Zunahme von Wachzuständen ab der 36. Woche, die ebenfalls nach der 4o. Woche am deutlichsten

wird. Diese Ergebnisse stehen im Einklang mit den von PARMELEE (1972) mit anderer Methodik gemachten Beobachtungen. Er fand einen mit dem Alter zunehmenden Anteil an ruhigen Perioden der Einzelparameter und des ruhigen Schlafzustandes - vergleichbar Zustand 1, von der 36. Woche an. DREYFUS (1968, 197o) beschreibt bei mehr als 5% der von ihr beobachteten Frühgeborenen ab der 32. bis 34. Woche kurzdauernde Perioden mit regelmäßiger Atmung. Auch PRECHTL (1975) betont das Vorkommen von Perioden mit regelmäßiger Atmung schon bei sehr jungen Frühgeborenen. Wachzustände nehmen nach Parmelees Beobachtungen nach der 4o. Woche deutlicher als vorher zu.

Nicht mit unseren Ergebnissen übereinstimmende Angaben betreffen altersabhängige Änderungen der Häufigkeitsanteile aktiven Schlafes - vergleichbar Zustand 2. Sie beruhen wahrscheinlich auf unterschiedlichen Klassifikationskriterien für diesen Zustand. Aktiver Schlaf wird bei PARMELEE sowie bei anderen Autoren unter Einbeziehung von REM definiert. Daneben unterscheidet sich seine Zustandsklassifikation von der unsrigen durch die zusätzliche Anwendung des Begriffes "Übergangsschlaf".

Bei der Analyse der zeitlichen Abfolge der Zustände während einer Beobachtungsperiode fanden wir eine Zunahme der Zustandswechsel mit zunehmendem Alter. Vergleichbare Angaben für Frühgeborene entdeckten wir in der Literatur nicht.

Eine zyklische Abfolge der beiden Schlafzustände fanden wir selten vor der 36. Woche und in der Regel nach der 36. Woche. Dies steht in Einklang mit Angaben von PARMELEE (1962), STERN (1973) und MONOD (1976). Auch diese Autoren wiesen auf die Entwicklung einer zyklischen Abfolge der beiden Schlafzustände, die sich ab der 36. Woche erkennen läßt, hin.

Qualitative Änderungen innerhalb der einzelnen Zustände, die bei der Analyse der Zustandsverteilung nicht erfaßt werden, untersuchten wir, indem wir die Koinzidenz zustandstypischer Modalitäten von Atmung

und Motilität für Zustand 1 und 2 berechneten. Die dabei gefundene stetige Zunahme der Koinzidenz - deutlicher im Zustand 1 als im Zustand 2 - mit zunehmendem Alter bis zur 4o. Woche, steht im Einklang mit Daten von DREYFUS (1968, 197o) und PARMELEE (1972), die mit anderer Methodik erhoben wurden, ebenso mit früheren Untersuchungen von MONOD (1965) und ELIET-FLESCHER (1966). Diese Autoren korrelierten bei Frühgeborenen im Verlauf der Entwicklung bestimmte EEG-Muster mit einzelnen zustandstypischen Variablen.

PARMELEE (1972) sieht den mit dem Alter zunehmenden Anteil an ruhigen Perioden innerhalb der einzelnen Variablen und die zunehmende Konkordanz zwischen den verschiedenen zustandstypischen Modalitäten der Einzelvariablen als wesentliche, die Entwicklung der Verhaltensorganisation charakterisierende Faktoren an. Sie sind nach seiner Ansicht Ausdruck einer zunehmenden Interaktion zwischen Hirnstamm und Cortex, die das komplexe Funktionsgefüge des Verhaltens kontrollieren und regulieren.

Beim Vergleich unserer Ergebnisse der quantitativen Verteilung der Verhaltenszustände bei Frühgeborenen der 39. bis 42. Woche mit den Ergebnissen anderer Autoren, die die gleiche Zustandsklassifikation bei Früh- und bei gleichaltrigen reifen Neugeborenen anwandten - Tabelle 14 - zeigt sich innerhalb der jeweiligen beiden Gruppen eine

Tabelle 14: Durchschnittliche Häufigkeitsanteile (%) der Verhaltenszustände bei Früh- und Neugeborenen gleichen postmenstruellen Alters

Frühgeborne	Zustand 1	Zustand 2	Zustand 3	Zustand 4/5
Lübeck n = 36	M = 32 R = 1o-61	M = 53 R = 17-75	M = 6 R = o-39	M = 9 R = o-42
Akue (1975) n = 17	M = 28 R = 1-49	M = 5o R = 17-73	M = 4 R = o-28	M = 11 R = o-43
Neugeborene				
Prechtl(1973) n = 2o	M = 37 SD 7.1	M = 52 SD 9.1	M = 1o SD 9.9	(3; 4/5)
Nolte (1976) n = 21	M = 34 R = 18-47	M = 62 R = 44-83	M = o.8 R = o-6	M = o.3 R = o-6

Beobachtungsdauer bei Prechtl 6 Std., bei den übrigen Autoren 2 Std.

gute Übereinstimmung, wenn man die verschiedenen Beobachtungsdauern -bei PRECHTL sechs Stunden mit Zwischenfütterung- gegenüber NOLTE mit zwei Stunden- berücksichtigt.
Zwischen beiden Gruppen -Frühgeborenen und reifen Neugeborenen- dagegen werden geringe Unterschiede in der Verteilung erkennbar; sie betreffen die Häufigkeiten von Zustand 1 und Wachzuständen.

Auch DREYFUS (1972) fand Unterschiede im Verhalten Neu- und Frühgeborener gleichen postmenstruellen Alters. Nach ihren Beobachtungen sind Konkordanz und Stabilität verschiedener Merkmalskonstellationen bei Frühgeborenen geringer als bei gleichalten reifen Neugeborenen. Auch NOLTE (unveröffentlichte Ergebnisse) fand bei reifen Neugeborenen eine höhere Koinzidenz zustandstypischer Modalitäten von Atmung und Motilität als wir bei unserer Gruppe gleichalter Frühgeborener (für Zustand 1 78 gegenüber 73%, für Zustand 2 73 gegenüber 6o %).

Zur zweiten Fragestellung: Einfluß perinataler Bedingungen auf die Entwicklung des Verhaltens Frühgeborener

Für die von mehreren Autoren nachgewiesenen Unterschiede im Verhalten von Früh- gegenüber Neugeborenen gleichen postmenstruellen Alters kommen ursächlich verschiedene Faktoren in Betracht. Neben einer Vielzahl unterschiedlicher afferenter Einflüsse, die sich auf das Neugeborene im extrauterinen Milieu vorzeitig auswirken und die sich wesentlich vom intrauterinen Milieu unterscheiden (PRECHTL 1975), könnten auch Erkrankungen während der Prä- und Perinatalperiode erworben, die Entwicklung des Wach-Schlafverhaltens beeinflussen. So wurden Änderungen im Wach-Schlafverhalten bei reifen Neugeborenen unter anderem mit Erkrankungen wie Fetopathia diabetika (SCHULTE 1969), Krämpfen in der Postnatalperiode (NOLTE 1975, THEORELL 1974), Hyperbilirubinämie, Downsyndrom und Asphyxie unterschiedlicher Genese (PRECHTL 1973) und bei Kindern mit cerebralen Mißbildungen (MONOD 1976) bereits beschrieben. Systematische Untersuchungen des Wach-Schlafverhaltens bei kranken Frühgeborenen sind dagegen selten. RADVANYI (1973) konnte bei einer Gruppe beatmeter Frühgeborener, die sie während der akuten Phase zwischen der 28. bis 40. Woche untersuchte, bei Normoxämie und ausgeglichenem Säurebasenhaushalt eine zyklische Schlaforganisation -beurteilt nach EEG-Muster und beobachteten Augenbewegungen- nachweisen, während das so beurteilte Schlafverhalten bei deutlicher Hypoxämie und Acidose häufig gestört war.

Die von uns untersuchten Frühgeborenen wurden nicht in der akuten Krankheitsphase beobachtet.
Bei allen Kindern -nach einer Liste perinataler optimaler Bedingungen beurteilt- war die Anzahl dieser optimalen Bedingungen in unterschiedlicher Ausprägung reduziert. Unter den perinatal ungünstigen Faktoren überwogen wie bei Frühgeborenen zu erwarten, Atemstörungen mit und ohne Lungenfunktionsstörung, daneben Hyperbilirubinämie. Drei Kinder hatten Krämpfe in der Postnatalperiode.

Die in verschiedenen Altersgruppen untersuchte Verteilung der Verhaltenszustände bei Kindern mit geringer gegenüber deutlich reduzierter perinataler Optimalität zeigte Unterschiede in Altersgruppe 2 und zwar im Zeitraum um die 36. Woche. Kinder mit deutlich reduzierter Optimalität, d.h. mit einer hohen Anzahl ungünstiger perinataler Bedingungen, die sowohl mütterliche, als auch Schwangerschafts-, Geburts-, kindliche und postnatale Faktoren betrafen, hatten größere Anteile an Zustand 1 und etwas geringere Anteile an Zustand 2, sowie einen gering höheren Anteil an Wachzuständen im Vergleich zur Kontrollgruppe mit geringer reduzierter perinataler Optimalität. Um die 4o. Woche war diese Tendenz -bis auf eine geringfügige Zunahme der Wachzustände- nicht mehr nachweisbar. Die Ursache für die im frühen Ableitealter beobachtete unterschiedliche Zustandsverteilung zwischen Kindern mit geringer und mit deutlich reduzierter Optimalität, die später nicht mehr nachweisbar ist, könnte eventuell in dem zeitlichen Abstand von der akuten Belastung zu suchen sein.

PRECHTL (1973), der eine Gruppe reifer Neugeborener mit hohem Risiko untersuchte, fand im Vergleich zur Kontrollgruppe mit gering reduzierter perinataler Optimalität für state 1 einen höheren, für state 2 einen niedrigeren und für Wachzustände einen höheren prozentualen Anteil.

Er führte das längere Verharren der "high-risk-Gruppe" in state 1 auf die Therapie mit Phenobarbital und Diazepam zurück. Diese Medikamente beeinflussen offenbar direkt die Atmung und Motilität. Er bezeichnete deshalb dieses längere Verbleiben in state 1 als "mildes Komastadium", welches nicht identisch ist mit dem regulären state 1.

In der selben Arbeit von PRECHTL werden daneben jedoch auch unterschiedliche Änderungen der Zustandsverteilung für Kinder mit verschiedenen perinatalen Erkrankungen beschrieben. Die von uns untersuchten Kinder wurden in dieser Arbeit jedoch nur bezüglich der Ausprägung der perinatalen Optimalität, nicht aber nach bestimmten

klinischen Diagnosen geordnet beurteilt.

Wir betrachteten nun in Hinblick auf die oben genannten Ergebnisse von PRECHTL noch einmal die Verhaltensprofile der Frühgeborenen mit einem hohen Anteil an state 1 in der 32. und danach in der 36. und 40. Woche. Lediglich Kind Nr. 7 zeigte in der 32. Woche einen hohen Anteil von Zustand 1 (44%). Bei der Entwicklung der Verhaltensprofile in der 36. und 40. Woche war eine relative Abnahme von Zustand 1 zugunsten von Zustand 2 erkennbar. Die übrigen Frühgeborenen hatten in Altersgruppe 1 noch keine oder aber sehr stark voneinander abweichende Anteile von Zustand 1. Eine relative Abnahme von Zustand 1 mit zunehmendem Ableitealter konnten wir bei den Patienten nicht beobachten.

Zur dritten Fragestellung: Einfluß der Gestationsdauer auf die Entwicklung der Verhaltenszustände

In der von uns untersuchten Gruppe Frühgeborener konnten wir keinen eindeutigen Einfluß der Gestationsdauer auf die Häufigkeitsverteilung der Verhaltenszustände nachweisen. Unsere Ergebnisse weisen jedoch in die selbe Richtung wie die einer Untersuchung von NOLTE (1976) mit vergleichbarer Methodik an einer zahlenmäßig etwas grösseren Gruppe Frühgeborener unterschiedlicher Gestationsdauer, die in der 40. Woche miteinander verglichen wurden. Dabei fand sich, daß Frühgeborene mit kürzerer Gestationsdauer einen signifikant größeren Anteil an Wachzuständen und einen häufigeren Wechsel der Zustände hatten, als solche mit längerer Gestationsdauer. Weitere systematische Untersuchungen zu dieser Frage konnten wir in der Literatur nicht ermitteln.

VI. Zusammenfassung:

Die bei 4o Frühgeborenen im Zeitraum zwischen der 31. und der 46. Woche mit Hilfe polygraphischer Aufzeichnungen analysierte Entwicklung des Verhaltens erbrachte folgende Ergebnisse:

1. Unter Zugrundelegung der für das reife Neugeborene von PRECHTL angegebenen Klassifikation der verschiedenen Verhaltenszustände konnte gezeigt werden, daß mit diesen Klassifikationskritierien altersabhängige Unterschiede in der Zustandsverteilung und in der Organisation innerhalb der einzelnen Zustände im untersuchten Zeitraum nachweisbar sind.

2. Es ergaben sich außerdem Hinweise, die für einen Einfluß perinatal ungünstiger Faktoren auf die Verhaltensentwicklung bei Frühgeborenen sprechen.

3. Ein eindeutiger Einfluß der Gestationsdauer auf das im Zeitraum des errechneten Termins untersuchte Verhalten ließ sich bei den von uns untersuchten, relativ kleinen Gruppen nicht nachweisen.

4. Der Vergleich mit entsprechenden, jedoch mit unterschiedlicher Methodik gewonnenen Ergebnissen aus der Literatur zeigt überwiegend Übereinstimmungen. Dort, wo die Ergebnisse nicht übereinstimmen, ist die Ursache am ehesten in der unterschiedlichen Analysemethodik zu suchen.

   Die Verwendung der für reife Neugeborene definierten Zustandskriterien bei der Zustandsbeurteilung Frühgeborener erwies sich als möglich. Es bleibt jedoch die Frage offen, inwieweit der Komplexität des Verhaltens bei Frühgeborenen damit in jeder Hinsicht Rechnung getragen ist.

VII. Literaturverzeichnis

ANDERS, T.F., HOFFMANN,E.: The sleep polygram: A potentially useful tool for clinical assessment in human infants.
Am. J. Ment. Defic., 77, 5o6-514, 1973

ASERINSKY, E. and KLEITMAN, N.: A motility cycle in sleeping infants as manifested by ocular and gross bodily activity.
J. Appl. Physiol. 8, 11-18, 1955

CURZI-DASCALOVA, L., PAJOT, N., DREYFUS-BRISAC, C.: Activité E.E.G. spontanée et stades de sommeil chez les enfants prématures. Étude polygraphique.
Rev. Neurol. (Paris), 123, 231-239, 197o

CURZI-DASCALOVA, L., PAJOT,N., DREYFUS-BRISAC, C.: The polygraphic study of the spontaneous EEG of sleep in prematures babies.
Electroencephalogr. clin. Neurophys., 3o, 373, 1971

CURZI-DASCALOVA, L., PAJOT, N., DREYFUS-BRISAC, C.: Spontaneous skin potential responses during sleep: Comparative studies on newborns and babies between 2 and 5 months of age.
Neuropaediatrie, 5, 25o, 1974

CZERNY, A.: Beobachtungen über den Schlaf im Kindesalter unter physiologischen Verhältnissen.
Jb. Kinderheilkunde 33, Ser. II, 1, 1891/1892

DEMENT, W.C. and KLEITMAN, N.: Cyclic variations of EEG during sleep and their relations to eye movements, body motility and dreaming.
Electroenceph. clin. Neurophysiol. 9, 673-690, 1957

DITTRICHOVA, J.: Nature of sleep in young infants.
J. Appl. Physiol. 17, 543-546, 1962

DITTRICHOVA, J.: Development of sleep in infancy.
J. Appl. Pysiol. 21, 1243-1246, 1966

DITTRICHOVA, J.: Desynchronezed sleep during human ontogenesis.
Activ. Nerv. Sup., 11, 116-121, 1969

DITTRICHOVA, J.: The duration of quiet and paradoxical sleep in infants.
Activ. Nerv. Sup., 11, 288-291, 1969

DITTRICHOVA, J.: Respiratory distress syndrome, its effect upon sleep.
Activ. Nerv. Sup., 13, 114-115, 1971

DREYFUS-BRISAC, C.: The electroencephalogram of the premature infant.
World Neurol., 3,5-15, 1962

DREYFUS-BRISAC, C.: Étude ontogenetique du sommeil chezle prématuré humain.
Acta Paediatr. Lat., 17: (Suppl. al fasc.), 697-709, 1964

DREYFUS-BRISAC, C., MONOD, N.: Sleep of premature and fullterm neontes - a polygraphic study.
Proc. Roy. Soc. Med., 58, 6, 1965

DREYFUS-BRISAC, C.: Ontogenèse du sommeil chez le prématuré humain: Étude polygraphique.
In: Regional development of the Brain in Early Life.
A. Minkowski (Ed.) Oxford: Blackwell. Pp., 437-457, 1967

DREYFUS-BRISAC, C.: Sleep ontogenesis in early human prematury from 24 to 27 weeks of conceptional age.
Develop. Psychobiol., 1, 162-169, 1968

DREYFUS-BRISAC, C.: Ontogenesis of sleep in human prematures after 32 weeks of conceptional age.
Develop. Psychobiol., 3, 91-121, 197o

DREYFUS-BRISAC, C., MONOD, N.: Sleeping behavior in abnormal infants.
Neuropäditrie, 1, 354, 197o

DREYFUS-BRISAC, C., MONOD, N., PARMELEE, A.H., Jr., PRECHTL, H.F.R. and SCHULTE, F.C.: For what reasons should the pediatrican follow the rapidly expanding literature on sleep?
A panel discussion on sleep cycles in newborn infants.
Neuropädiatrie, 3, 349, 197o

ECKSTEIN, A. und PAFFROTH, H.: Bewegungsstudium bei Frühgeborenen und jungen Säuglingen.
Z. Kinderheilkunde, 46, 595, 1928

ELIET- FLESCHER, J. et DREYFUS-BRISAC, C.: Le sommeil du nouveauné et du prématuré. II. Relations entre l' électroencephalogramme et l'électromyogramme mentionnier au cours de la maturation.
Biol. Neonat., 1o, 316, 1966

EMDE, R.N., Mc CARTNEY, R.D., HARMON, R.J.: Neonatal smiling in REM-states. IV. Premature study.
Child Dev., 42, 1657-1661, 1971

GESELL, A. and ARMATRUDA, C.S.: The embryology of behavior.
New York, P. Hoeber, 1945

GOLDIE, L. and van VELZER, C.: Innate sleep rhythms,
Brain, 88., 1043, 1965

GOLDIE, L., SVEDSEN-RHODES, U., EASTON, J., ROBERTON, N.R.C.:
The development of innate sleep rhythms in short gestation infants.
Dev. Med. Child Neurol., 13, 40-50, 1971

GRAMSBERGEN, A.: Neuroontogeny of Sleep in the Rat.
In: Basic Sleep Mechanisms, 339, 1974, Acad. Press INC.

HAAS, G.: Über die Entwicklung des bioelektrischen Aktivität des Gehirns bei Frühgeborenen.
Inaug. Diss. Tübingen, 1975

HICKL, G.J. und RIEGEL, K.: Angewandte Perinatologie.
Urban und Schwarzenberg, München, 1974

JOUVET, M.: Telencephalic and rhombencephalic sleep in the cat.
In: The nature of sleep. Ed. by G.E.W. Westenholme and M. O'Connor, Boston, Little, Brown and Co., 1961

KLEITMAN, N.: Sleep and Wakefulness. The Univ. of Chicago Press. Chicago and London. 1967

MONOD, N. and PAJOT, N.: Le sommeil du nouveau-né et du prématuré-
I. Analyses des études polygraphiques (mouvements oculaires, respiration et EEG) chez le nouveau-né á terme.
Biol. Neonat., 8, 281-307, 1965

MONOD, N., and GUIDASCI, S.: Sleep and brain malformation in the neonatal period.
Neuropädiatrie, Vol. 7, Nr. 3, 229-249, 1976

NOLTE, R., SCHULTE, F.J., MICHAELIS,R. and JUERGENS, U.:
Power spectral analysis of the electroencephalogram of newborn twins in active and quiet sleep.
In: Clin. EEG of Children. ed P. Kellaway and I. Petersen, New York, Grune and Stratton, 89-96, 1968

NOLTE, R., SCHILLMÖLLER, U.: EEG und Schlafverhalten bei Neugeborenen mit Krämpfen.
Mschr. Kinderheilk. 119, 7, 294, 1971

NOLTE, R., MICHAELIS, R., AKUE, D., KIRCHNER, L.: Das Wach-Schlafverhalten Neu- und Frühgeborener am Termin.
Mschr. Kinderheilk. 124, 434-436, 1976

NOZ, U.: EEG und Schlafverhalten beim reifen Neugeborenen.
Inaug. Diss., Tübingen, 1973

PARMELEE, A.H.,jr., BRÜCK, K. and BRÜCK, M.: Activity and inactivity cycles during the sleep of premature infants exposed to neutral temperature.
Biol. Neonat. 4, 317-339, 1962

PARMELEE, A.H.,jr., WENNER, W.H., SCHULZ, H.R.: Infant sleep patterns from birth to 16 weeks of age.
J. Pediatr. 65, 576-582, 1964

PARMELEE, A.H.,jr., WENNER, W.H., AKIYAMA, Y., SCHULZ, M.R., STERN, E.: Sleep states in premature infants.
Develop. Med. Child Neurol. 9, 7o-77, 1967

PARMELEE, A.H.,jr., STERN, E. and HARRIS, M.A.: Maturation of respiration in prematures and young infants.
Neuropädiatrie 3, No. 3, 294-3o4, 1972

PAYNE, G.S. and BACH, L.M.N.: Perinatal sleep-wake cycles.
Biol. Neonat. 8, 3o8-32o, 1965

PETRE-QUADENS, O.: Ontogenesis of sleep in the human newborn.
J. Neurol. Sci. 4, 153-157, 1967

PRECHTL, H.F.R. and BEINTEMA, D.J.: The neurological examination of the full-term newborn infant.
Little Club clinics in Develop. Med. 12, 1964

PRECHTL, H.F.R. und LENARD, H.G.: Verhaltensphysiologie des Neugeborenen.
Fortschr. Paedologie 2, 88-122, 1968

PRECHTL, H.F.R., AKIYAMA, Y., ZINKIN, P. and GRANT, D.K.: Polygraphic studies of the fullterm newborn.I. Technical aspects and qualitative analysis.
In: Studies in Infancy, ed. by R.C. Mackeith and M.C.O. Bax, London, Heinemann, 1968, Clinics in Develop. Med. 27, 1-21

PRECHTL, H.F.R., THEORELL, K., BLAIR, A.W.: Behavioral state cycles in abnormal infants.
Develop. Med. Chid Neurol. 15, No. 5, 606-615, 1973

PRECHTL, H.F.R.: The behavioral states of the newborn infants (a review)
Brain Res. 76, 185-212, 1974

PRECHTL, H.F.R. and FARGEL, J.: Development of motor function and body posture in preterm infants.
In: Medical aspects of neurol. plasticity, ed. by Vital-Durand, F. et Jeannerod, M., Paris, 1975, 55-66

RADVANYI, M.F., MONOD, N. and DREYFUS-BRISAC, C.: Electroencephalogramme et sommeil chez le nouveau-né en détresse respiratoire 'Etude de l'influence des variations de la $P^a_{O_2}$ et de l'équilibre acido-basique.
Bull. physio-pathol. resp. 9, 1569-1585, 1973

ROBINSON, R.: Nomenclature of the stages of sleep.
In: Brain and Early Behaviour.
Academic Press, London and New York, 1969, 173-175

SAINT ANNE DARGASSIES, S.: La maturation neurologique du prématuré.
Et. Neonat. 4, 71-116, 1955

SCHULMAN, C.A.: Effects of auditory stimulation on heart rate in premature infants as a function of level of arousal, probability of CNS damage and conceptinal age.
Develop. Psychobiol. 2, 172-183, 1969

SCHULTE, F.J., LASSON, U., PARL, U., NOLTE, R. and JÜRGENS,M.: Brain and behavioural maturation in newborn infants of diabetic mothers.
Neuropädiatrie 1, 36-43, 1969

STERN, E., PARMELEE, A.H.jr., HARRIS, M.A.: Sleep state periodicity in premature and young infants.
Develop. Psychobiol. 6, 357, 1973

THEORELL, K., PRECHTL, H.F.R., VOS, J.E.: A polygraphic study of normal and abnormal newborn infants.
Neuropädiatrie, 5, 279-317, 1974

WAGNER, J.F.: The establishment of a criterion of depth of sleep in the newborn infants.
J. Gen. Psychol. 51, 17, 1937

WAGNER, J.F.: Curves of sleep depth in newborn infants.
J. Gen. Psychol. 55, 121, 1939

WETZMAN, E.D., UNGAR, K., DUHAMEL, L. and GRAZIANI, L.: Studies on the electroencephalographic auditory evoked responses and behavioral correlates of sleep in the premature infant.
Bull. N.Y. Acad. Med. 2nd series, 42, 424, 1966

WOLFF, P.H.: Observations on newborn infants.
Psychosomat. Med. 21, 110-118, 1959

VIII. Anhang

I. Einzelwerte der Häufigkeitsverteilung (Prozentangaben) je Kind

Tabelle 1: Altersgruppe I; n = 16

Kind-Nr.:	Zustand: 1 (%)	2 (%)	3 (%)	4/5 (%)
2	19,17	61,66	19,17	0
4	0	67,5	19,17	13,33
7	44,17	55,83	0	0
10	18,33	75,00	6,67	0
11	0	90,00	6,67	3,33
13	13,33	86,67	0	0
14	0	100,00	0	0
15	24,17	41,66	27,50	6,67
16	6,67	77,33	0	15,00
17	0	81,50	8,33	4,17
18	18,33	75,00	6,67	0
21	0	100,00	0	0
23	8,33	91,67	0	0
25	15,83	84,17	0	0
26	0	100,00	0	0
29	7,50	92,50	0	0

Tabelle 2: Altersgruppe II; n = 36

Kind-Nr.:	Zustand: 1 (%)	2 (%)	3 (%)	4/5 (%)
1	0	100,00	0	0
2	39,17	60,83	0	0
3	0	100,00	0	0
4	25,83	70,00	4,17	0
5	32,50	64,17	0	3,33
6	40,83	59,17	0	0
7	39,17	60,83	0	0
8	3,33	71,67	22,50	2,5
9	43,33	54,17	0	2,5
10	35,00	62,50	2,50	0
11	25,00	75,00	0	0
12	13,33	86,67	0	0
13	15,00	85,00	0	0
14	7,50	92,50	0	0
15	3,33	89,17	7,50	0
16	8,33	60,00	11,67	20,00
17	18,33	81,67	0	0
18	16,67	29,99	6,67	46,67
19	0	100,00	0	0
20	0	97,50	0	2,5
21	10,00	78,33	5,00	6,67
22	0	100,00	0	0
23	10,83	89,17	0	0
26	0	80,00	6,67	12,33
27	42,50	57,50	0	0
28	40,83	28,34	20,00	10,83
29	25,83	74,17	0	0
30a	15,83	58,33	0	25,83
30b	25,00	61,50	4,17	3,33

Tabelle 2 (Fortsetzung):

Kind-Nr.:	Zustand: 1 (%)	2 (%)	3 (%)	4/5 (%)
31	12,5o	87,5o	o	o
32	3o,oo	7o,oo	o	o
33	56,66	43,34	o	o
34	47,5o	25,83	o	26,67
36	11,67	88,33	o	o
38	35,oo	61,7o	3,33	o
39	21,67	78,33	o	o

Tabelle 3: Altersgruppe III; n = 36

Kind-Nr.:	Zustand: 1 (%)	2 (%)	3 (%)	4/5 (%)
1	27,5o	65,83	6,67	o
2	39,17	39,17	15,oo	6,67
3	4o,oo	35,oo	2o,oo	5,oo
4	22,5o	68,33	3,33	5,83
5	13,33	3o,83	29,17	26,6o
6	35,oo	39,17	25,83	o
7	26,67	73,33	o	o
8	27,5o	33,33	o	39,17
9	11,67	36,67	1o,oo	41,67
1o	3o,83	61,67	o	7,5o
11	17,5o	35,83	39,17	7,5o
12	35,oo	65,oo	o	o
13	37,5o	4o,83	o	21,67
14	42,5o	57,5o	o	o
15	27,5o	38,33	29,17	5,oo
17	29,17	64,17	o	6,67
18	2o,oo	75,oo	o	5,oo
19	15,oo	32,5o	9,17	43,33
2o	35,oo	65,oo	o	o
21	34,17	56,67	6,67	2,5
22	3o,oo	7o,oo	o	o
24	35,oo	6o,83	o	4,17
25	52,5o	16,67	5,oo	25,83
26	5o,83	49,17	o	o
27	1o,oo	45,oo	16,67	28,33
29	41,67	58,33	o	o
3o	35,83	64,17	o	o

Tabelle 3 (Fortsetzung):

Kind-Nr.:	Zustand: 1 (%)	2 (%)	3 (%)	4/5 (%)
31	33,33	63,33	o	3,33
33	6o,83	39,17	o	o
34	3o,83	69,17	o	o
35	21,67	61,67	7,5o	9,17
36	19,17	56,67	3,33	2o,83
37	3o,oo	46,67	3,33	2o.oo
38	25,oo	68,33	6,67	o
39	49,17	5o,83	o	o
4o	35,oo	65,oo	o	o

Tabelle 4: Altersgruppe IV; n = 12

Kind-Nr.:	Zustand: 1 (%)	2 (%)	3 (%)	4/5 (%)
1	33,33	14,17	3,33	49,17
3	24,17	4o,oo	2o,oo	15,83
11	38,33	61,67	o	o
14	6,67	46,67	5,83	39,17
15	3o,83	5,83	49,17	14,17
17	24,17	41,67	8,33	25,83
2o	5o,oo	23,33	o	26,67
22	69,17	23,33	o	7,5o
24	34,17	4o,oo	15,oo	1o,83
26	5,oo	25,oo	26,67	43,33
27	37,5o	15,oo	12,5o	35,oo
31	15,83	9,17	2o,83	54,17

II. Einzelwerte der Häufigkeitsverteilung (Minutenangaben) je Kind

Tabelle 5: Altersgruppe I; n = 16

Kind-Nr.:	Zustand: 1 (min)	2 (min)	3 (min)	4/5 (min)
2	23	74	23	o
4	o	81	23	16
7	53	67	o	o
1o	22	9o	8	o
11	o	1o8	8	4
13	16	1o4	o	o
14	o	12o	o	o
15	29	5o	33	8
16	8	94	o	18
17	o	1o5	1o	5
18	22	9o	8	o
21	o	12o	o	o
23	1o	11o	o	o
25	19	1o1	o	o
26	o	12o	o	o
29	9	111	o	o

Tabelle 6: Altergruppe II; n = 36

Kind-Nr.:	Zustand: 1 (min)	2 (min)	3 (min)	4/5. (min)
1	0	120	0	0
2	47	73	0	0
3	0	120	0	0
4	31	84	5	0
5	39	77	0	4
6	49	71	0	0
7	47	73	0	0
8	4	86	27	3
9	52	65	0	3
10	42	75	3	0
11	30	90	0	0
12	16	104	0	0
13	18	102	0	0
14	9	111	0	0
15	4	107	9	0
16	10	72	14	24
17	22	98	0	0
18	20	36	8	56
19	0	120	0	0
20	0	117	0	3
21	12	94	6	8
22	0	120	0	0
23	13	107	0	0
26	0	96	8	16
27	51	69	0	0
28	49	34	24	13
29	31	89	0	0

Tabelle 6 (Fortsetzung):

Kind-Nr.:	Zustand: 1 (min)	2 (min)	3 (min)	4/5 (min)
3oa	19	7o	o	31
3ob	3o	81	5	4
31	15	1o5	o	o
32	36	84	o	o
33	68	52	o	o
34	57	31	o	32
36	14	1o6	o	o
38	42	74	4	o
39	26	94	o	o

Tabelle 7: Altersgruppe III; n = 36

Kind-Nr.:	Zustand: 1 (min)	2 (min)	3 (min)	4/5 (min)
1	33	79	8	o
2	47	47	18	8
3	48	42	24	6
4	27	82	4	7
5	16	37	35	32
6	42	47	31	o
7	32	88	o	o
8	33	4o	o	47
9	14	44	12	5o
1o	37	74	o	9
11	21	43	47	9
12	42	78	o	o
13	45	49	o	26
14	51	69	o	o
15	33	46	35	6
17	35	77	o	8
18	24	9o	o	6
19	18	39	11	52
2o	42	78	o	o
21	41	68	8	3
22	36	84	o	o
24	42	73	o	5
25	63	2o	6	31
26	61	59	o	o
27	12	54	2o	34
29	5o	7o	o	o
3o	43	77	o	o

Tabelle 7 (Fortsetzung):

Kind-Nr.:	Zustand: 1 (min)	2 (min)	3 (min)	4/5 (min)
31	4o	76	o	4
33	73	47	o	o
34	37	83	o	o
35	26	74	9	11
36	23	68	4	25
37	36	56	4	24
38	3o	82	8	o
39	59	61	o	o
4o	42	78	o	o

Tabelle 8: Altersgruppe IV; n = 12

Kind-Nr.:	Zustand: 1 (min)	2 (min)	3 (min)	4/5 (min)
1	4o	17	4	59
3	29	48	24	19
11	46	74	o	o
14	1o	56	7	47
15	37	7	59	17
17	29	5o	1o	31
2o	6o	28	o	32
22	83	28	o	9
24	41	48	18	13
26	6	3o	32	52
27	45	18	15	42
31	19	11	25	65

III. Zustandswechsel/12o min; Einzelwerte je Kind

Tabelle 9: Altersgruppe I; n = 16

Kind-Nr.:	Anzahl/12o'
2	8
4	4
7	4
1o	6
11	4
13	2
14	1
15	8
16	9
17	3
18	1
21	1
23	1
25	2
26	1
29	2

Tabelle 1o: Altersgruppe II; n = 36

Kind-Nr.:	Anzahl/12o'
1	o
2	5
3	o
4	6
5	7
6	3
7	4
8	5
9	6
1o	4
11	4
12	2
13	2
14	2
15	2
16	11
17	2
18	8
19	o
2o	2
21	8
22	1
23	1
26	7
27	1
28	7
29	5
3oa	7

Tabelle 1o (Fortsetzung):

Kind-Nr.:	Anzahl/12o'
3o b	6
31	2
32	2
33	3
34	3
36	3
38	6
39	5

Tabelle 11: Altersgruppe III; n = 36

Kind-Nr.	Anzahl/12o'
1	3
2	7
3	7
4	8
5	6
6	3
7	4
8	8
9	12
1o	5
11	8
12	4
13	7
14	5
15	8
17	7
18	5
19	7
2o	4
21	6
22	3
24	7
25	3
26	4
27	1o
29	4
3o	2
31	4

Tabelle 11 (Fortsetzung):

Kind-Nr.:	Anzahl/12o'
33	3
34	1
35	7
36	12
37	15
38	3
39	6
4o	4

Tabelle 12: Altersgruppe IV; n = 12

Kind-Nr.:	Anzahl/12o'
1	1o
3	9
11	8
14	9
15	8
17	6
19	12
22	6
24	12
26	15
27	12
31	9

D. Koinzidenz von Atmung und Motilität in Zustand 1 und 2

1) Zustand 1: Koinzidenz von Atmung "1" und Motilität "1"

Tabelle 13: Altersgruppe I; n = 8

Kind-Nr.:	Dauer/12o min	Koinz. min/12o' 1/1	Koinz. %/12o' 1/1
2	23	14	6o,87
7	53	28	52,83
1o	22	12	54,54
13	16	3	18,75
15	29	13	44,83
16	8	6	75,oo
25	19	5	26,32
29	9	3	33,33

Tabelle 14: Altersgruppe II; n = 29

Kind-Nr.	Dauer/12o min	Koinz. min/12o' 1/1	Koinz. %/12o' 1/1
2	47	22	46,81
4	31	29	93,95
5	39	27	69,23
6	49	43	87,76
7	47	28	59,57
8	4	4	1oo,oo
9	52	41	78,85
1o	42	21	5o,oo
11	3o	12	4o,oo
12	16	11	68,75
13	18	15	83,33
14	9	4	44,44
16	1o	8	8o,oo
17	22	14	63,63
18	2o	12	6o,oo
21	12	7	58,33
23	13	13	1oo,oo
27	51	35	68,63
28	49	37	75,51
29	31	2o	64,52
3oa	19	12	63,16
3ob	3o	27	9o,oo
31	15	13	86,67
32	36	22	61,11
33	68	42	61,76
34	57	31	54,89
36	14	6	42,86
38	42	33	78,75
39	26	12	46,15

Tabelle 15: Altersgruppe III; n = 36

Kind-Nr.	Dauer/12o'	Koinz.(min)/12o' 1/1	Koinz.(%)/12o' 1/1
1	33	28	84,85
2	47	27	57,44
3	48	39	81,25
4	27	27	1oo
5	16	7	43,75
6	42	37	88,1o
7	32	3o	93,75
8	33	28	84,85
9	14	13	92,86
1o	37	24	64,86
11	21	13	61,9o
12	42	33	78,57
13	45	43	95,56
14	51	46	9o,2o
15	33	18	54,55
17	35	22	62,86
18	24	16	66,67
19	18	13	72,22
2o	42	34	8o,95
21	41	31	75,61
22	36	8	22,22
24	42	19	45,24
25	63	3o	47,62
26	61	46	75,41
27	12	1o	83,33
29	5o	49	98,oo
3o	43	41	95,35

Tabelle 15 (Fortsetzung):

Kind-Nr.:	Dauer/12o'	Koinz.(min)/12o' 1/1	Koinz.(%)/12o' 1/1
31	4o	25	62,5o
33	73	22	3o,14
35	26	16	61,54
36	23	16	69,57
37	36	2o	55,56
38	3o	9	3o,oo
39	59	52	88,14
4o	42	32	76,19

Tabelle 16: Altersgruppe IV; n = 12

Kind-Nr.	Dauer/12o'	Koinz.(min)/12o' 1/1	Koinz.(%)/12o' 1/1
1	4o	22	55,oo
3	29	22	75,86
11	46	23	5o,oo
14	1o	8	8o,oo
15	37	34	91,89
17	29	24	82,76
2o	6o	3o	5o,oo
22	83	3o	36,14
24	41	33	8o,49
26	6	5	83,33
27	45	25	55,56
31	19	9	47,37

2) Zustand 2: Koinzidenz von Atmung "2" und Motilität "2"

Tabelle 17: Altersgruppe I; n = 16

Kind-Nr.	Dauer/12o'	Koinz.(min)/12o' 2/2	Koinz(%)/12o' 2/2
2	74	34	45,95
4	81	37	45,68
7	67	4o	59,7o
1o	9o	56	62,22
11	1o8	74	68,52
13	1o4	37	35,58
14	12o	56	46,67
15	5o	31	62,oo
16	94	72	76,6o
17	1o5	68	64,76
18	12o	62	51,67
21	1o9	48	44,o4
23	11o	68	61,82
25	1o1	37	36,63
26	12o	64	53,33
29	111	34	3o,63

Tabelle 18: Altersgruppe II; n = 36

Kind-Nr.	Dauer/12o'	Koinz.(min)/12o' 2/2	Koinz.(%)/12o' 2/2
1	12o	35	29,17
2	73	47	64,38
3	12o	53	44,17
4	84	58	69,o5
5	77	53	68,83
6	71	5o	7o,42
7	73	48	65,75
8	86	34	39,53
9	65	32	49,23
1o	75	58	77,33
11	9o	65	72,22
12	1o4	76	73,o8
13	1o2	49	48,o4
14	111	78	7o,27
15.	1o7	59	55,14
16	72	29	4o,28
17	98	56	57,14
18	36	16	44,44
19	12o	61	5o,83
2o	117	78	66,67
21	94	73	77,67
22	12o	17	14,17
23	1o7	65	6o,75
26	96	35	36,46
27	69	48	69,57
28	34	17	5o,oo
29	89	51	57,3o
3oa	7o	44	62,86
3ob	81	36	45,oo

Tabelle 18 (Fortsetzung):

Kind-Nr.	Dauer/12o'	Koinz.(min)/12o' 2/2	Koinz.(%)/12o' 2/2
31	1o5	79	75,24
32	84	5o	59,52
33	52	47	9o,38
34	31	12	38,71
36	1o6	63	59,43
38	74	48	64,86
39	94	45	47,87

Tabelle 19: Altersgruppe III; n = 36

Kind-Nr.	Dauer/12o'	Koinz.(min)/12o' 2/2	Koinz.(%)/12o' 2/2
1	79	57	72,15
2	47	1o	21,27
3	42	19	45,24
4	82	45	54,88
5	37	25	67,57
6	47	41	87,23
7	88	47	53,41
8	4o	34	85,oo
9	44	14	31,82
1o	74	31	41,89
11	43	32	74,42
12	78	52	66,67
13	49	31	63,27
14	69	46	66,67
15	46	21	45,65
17	77	42	54,55
18	9o	41	45,56
19	39	21	53,85
2o	78	47	6o,26
21	68	36	52,94
22	84	45	53,57
24	73	36	49,32
25	2o	9	45,oo
26	59	41	69,49
27	54	46	85,19
29	7o	62	88,57
3o	77	47	61,o4
31	76	26	34,21
33	47	35	74,47

Tabelle 19 (Fortsetzung):

Kind-Nr.	Dauer/12o'	Koinz.(min)/12o' 2/2	Koinz.(%)/12o' 2/2
34	83	53	63,86
35	74	35	47,3o
36	56	43	76,79
37	41	33	8o,49
38	82	4o	48,78
39	61	43	7o,49
4o	78	21	26,92

Tabelle 2o: Altersgruppe IV; n = 12

Kind-Nr.	Dauer/12o'	Koinz.(min)/12o' 2/2	Koinz.(%)/12o' 2/2
1	17	9	52,94
3	48	32	66,67
11	74	37	5o,oo
14	56	33	58,93
15	7	4	57,14
17	5o	41	82,oo
2o	28	23	82,14
22	28	23	82,14
24	48	23	47,92
26	3o	12	4o,oo
27	18	6	33,33
31	11	9	81,82

Mein Dank gilt Frau Dr. Renate Nolte
für die Überlassung des Themas sowie
die Unterstützung und Beratung während
der Ausarbeitung.

Lebenslauf

Am 9. Juli 1942 wurde ich, Hanna Lübeck geb. Thiele, als Tochter des Pfarrers Johannes Thiele und dessen Ehefrau Helene Thiele geb. Frentzel in Zeitz geboren.
Im Herbst 1948 begann meine Schulausbildung an der Grundschule Hohenkirchen, Kreis Zeitz. Von 1956 bis 1958 besuchte ich die Polytechnische Oberschule in Krossen an der Elster mit dem Abschluß der Mittleren Reife.
Ab September 1958 bis August 1960 absolvierte ich im Bezirkskrankenhaus Gera eine Krankenpflegerinnenausbildung. Vom Herbst 1959 bis August 1961 besuchte ich die Abendoberschule Gera und legte am mathematisch-naturwissenschaftlichen Zweig die Reifeprüfung ab.
Im Wintersemester 1962/63 begann ich mein Medizinstudium an der Friedrich-Schiller-Universität in Jena.
Naturwissenschaftliche Vorprüfung nach zwei Semestern
Ärztliche Vorprüfung nach dem 5. Semester
Ärztliche Prüfung am 29. Juli 1968

Von Oktober 1968 bis Dezember 1971 war ich als Assistenzärztin in der Kinderabteilung des Kreiskrankenhauses Neustrelitz, von Januar 1973 bis August 1974 an der Orthopäd. Fachklinik des Oberlinhauses Potsdam-Babelsberg tätig. Es folgten Assistenzarzttätigkeiten vom 1. November 1974 bis 31. August 1975 in der Anästhsieabteilung des Kreiskrankenhauses Reutlingen und vom 1. Oktober 1975 bis 31. Dezember 1976 an der Fachklinik für Orthopädie in Bünde-Spradow. Seit dem 1. Januar 1977 bin ich niedergelassene praktische Ärztin in Bünde/Westfalen.